www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Jaargang 20, 1958, no. 3 blz. 65-96 Verschenen 4 juni 1958

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUKTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

WETENSCHAP EN INDUSTRIE

door H. B. G. CASIMIR.

001.658:37

Naar aanleiding van het 50-jarig bestaan van de Staat Oklahoma is op 17 juni 1957 in Oklahoma City een internationaal symposium gehouden over het thema: wetenschap, industrie en onderwijs. Een aantal hoofden van vooraanstaande onderzoekinstellingen in verschillende landen waren uitgenodigd hun inzichten over problemen die met het algemene thema verband houden, uiteen te zetten. Het onderstaande artikel geeft in iets gewijzigde vorm de rede weer die werd uitgesproken door Prof. Dr. H. B. G. Casimir, directeur van het Natuurkundig Laboratorium en lid van de Raad van Bestuur van het Philipsconcern.

Over de betrekkingen tussen wetenschap, industrie en onderwijs zou zoveel te zeggen zijn en is reeds zoveel gezegd dat het weinig zin heeft hier te trachten nog eens het gehele gebied te overzien. Ik zal mij derhalve beperken tot drie stellingen, waarvan ik meen dat zij voldoende tegenspraak kunnen uitlokken om een bijdrage tot vruchtbare discussies over het gestelde onderwerp te vormen.

De eerste stelling heeft betrekking op het leiden van een laboratorium en luidt als volgt: in een industrieel laboratorium voor wetenschappelijk onderzoek is het onmogelijk, afzonderlijke onderzoektaken door een begroting te koppelen aan industriële en commerciële doelstellingen. Elke poging om een laboratorium volgens een begrotingssysteem te beheren, loopt onherroepelijk uit op een benadeling van het onderzoek of leidt tot een soort gegoochel, waardoor het gehele systeem een wassen neus wordt.

De tweede stelling is dat de industrie voor haar toekomst weliswaar is aangewezen op fundamenteel onderzoek, maar dat toch zeer weinig fundamentele inzichten uit een industrieel laboratorium voor wetenschappelijk onderzoek zijn gekomen, zullen komen of zouden moeten komen.

Mijn derde stelling: het is verkeerd, onderwijs en onderzoek als twee verschillende en gescheiden taken van de universiteit te beschouwen.

Voor ik verder ga, is het gewenst dat ik nader omschrijf wat ik onder de woorden fundamenteel onderzoek, ontwikkeling, enz. wil verstaan.

Ik zal hier een beeld ontwerpen van wat men het spectrum van onderzoek zou kunnen noemen. Aan het ene einde van het spectrum staat het Fundamentele Onderzoek, met heel dik gedrukte hoofdletters **F** en **O**. Dit zou ik willen definiëren als onderzoek dat zich bezighoudt met geheel nieuwe verschijnselen en dat leidt tot fundamenteel nieuwe en soms uit kennistheoretisch oogpunt belangrijke gedachten voor de beschrijving van de natuur. Voor de hand liggende voorbeelden zijn: het werk van Faraday en Maxwell over het elektromagnetische veld, het werk van Boltzmann en Gibbs over de kinetische verklaring van thermodynamische verschijnselen, de relativiteitstheorie van Einstein, de door Bohr opgestelde quantumtheorie van het atoom, de nieuwe quantummechanica van Heisenberg, Schrödinger en Dirac. Hierop volgt fundamenteel onderzoek met een wat bescheidener f en o. Het doel is ook hierbij het begrijpen van de natuur, maar dit onderzoek beweegt zich op gebieden waarvan de grondbeginselen reeds goed begrepen worden. Hiertoe behoort bij voorbeeld het werk over molecuulspectra, over de fysica van de vaste stof, over elektromagnetische buiging, over de hydrodynamica.

Mijn volgende categorie is het gerichte onderzoek. De werkmethode en de wetenschappelijke aanpak zijn nog steeds dezelfde, maar nu heeft men een bepaald technisch doel voor ogen: men werkt bij voorbeeld niet meer aan fluorescentie in het algemeen, maar men tracht een stof te vinden die onder elektronenbombardement een behoorlijke hoeveelheid rood licht levert, met een meer of minder nauwkeurig voorgeschreven nalichttijd. Een

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

hiermee verwant maar meer op de weg van de ingenieur liggend soort werk is wat ik zou willen noemen het projectonderzoek; het wordt ook vaak aangeduid als „advanced development". Hieronder versta ik werk dat erop gericht is een bepaald technisch object te verwezenlijken, maar dat er door gekenmerkt wordt dat het nog onzeker is in hoeverre het object dat we op het oog hebben mogelijk is. De lieden die voor het eerst elektronenmicroscopen begonnen te bouwen, wisten bijna niets over de mogelijkheden die in dit instrument schuilden; voor diegenen die na hen kwamen, was het duidelijk dat een elektronenmicroscoop gebouwd kon worden, maar het was onmogelijk te voorspellen welk scheidend vermogen men met een redelijke inspanning zou kunnen bereiken. Tegenwoordig is men bijna in staat — althans als men niet het onderste uit de kan wil halen, wat betreft het scheidend vermogen — om een lijst van eisen op te stellen en vervolgens een behoorlijk nauwkeurige schatting te maken van wat men aan tijd, mankracht en hulpmiddelen voor de ontwikkeling nodig zal hebben. Dit lijkt mij kenmerkend voor ontwikkelingswerk: de mogelijkheid meer of minder nauwkeurig te schatten wat nodig is om een prototype van meer of minder voorgeschreven eigenschappen te maken. Ik heb hier twee maal de omschrijving „meer of minder" gebruikt; taalkundig is dit niet fraai, maar ieder die met het leiding geven aan wetenschappelijk onderzoek en ontwikkeling te maken heeft, zal het met mij eens zijn dat men bij deze beweringen een slag om de arm moet houden.

Vervolgens staat op mijn lijst de fabrieksontwikkeling (inclusief de zg. „trouble shooting"), een werk dat verwant is aan de eerder genoemde ontwikkeling, maar dat ook vaak problemen voor het gericht onderzoek oplevert. In onze eigen organisatie komt aan het einde van het spectrum het applicatie-onderzoek. Dat is het werk over bepaalde toepassingen van onze eigen produkten. Hiertoe behoren bij voorbeeld het uitwerken van verlichtingssystemen, het aanpassen van installaties voor geluidsversterking bij bestaande gebouwen, of het aanpassen van een hoogfrequentie-oven bij een bepaald industrieel proces. Wegens het nauwe verband met industriële en commerciële activiteiten heeft dit applicatie-onderzoek in ons concern een enigszins zelfstandige positie, maar uit een meer wetenschappelijk en technisch oogpunt is het een combinatie van de eerder genoemde soorten onderzoek.

Het woord spectrum is misschien nog niet zo gek gekozen, want er bestaan in werkelijkheid continue overgangen: evenals men bij het zonnespectrum moeilijk zeggen kan of een bepaalde kleur blauwachtig groen of groenachtig blauw is, zo kan men er van mening over verschillen of een bepaald soort werk gericht onderzoek is dan wel ontwikkeling, enz.

In onze organisatie is iedere hoofdindustriegroep verantwoordelijk voor haar eigen ontwikkeling, fabrieksontwikkeling en applicatiewerk, terwijl fundamenteel onderzoek, gericht onderzoek en projectonderzoek (advanced development) in ons centrale laboratorium voor wetenschappelijk onderzoek worden gedaan. Ik geloof dat deze indeling voor alle organisaties die een grote en uiteenlopende reeks van produkten maken, nuttig gebleken is. De grondbeginselen voor de bouw van een eenvoudige omroepontvanger en van een moderne radarinstallatie verschillen niet zo veel. Maar er is zulk een enorm verschil in stijl bij de technische verwezenlijking, dat men zich niet goed kan voorstellen dat een centrale organisatie voor onderzoek en ontwikkeling in staat zou kunnen zijn het ontwikkelingswerk zowel voor het ene als voor het andere geval behoorlijk uit te voeren.

Als u weer aan mijn definities denkt, zult u zien dat het werk van onze fabrieksla boratoria begint zodra een succes redelijk zeker is en zodra men de kosten kan overzien. Het werk in het onderzoeklaboratorium kan soms even praktisch en toegepast van aard zijn, maar er blijft altijd het verschil dat het met een veel hogere graad van onzekerheid behept is. Dit nu leidt dadelijk tot mijn eerste stelling. Bij de fabrieksontwikkeling heeft het zin te vragen of de kosten van het ontwikkelen van een produkt door de verkoop van dit produkt terugverdiend kunnen worden. Ontwikkelingskosten van een bepaald produkt behoren tot de kostprijs van dat produkt. Het is echter onmogelijk de uitgaven van een onderzoeklaboratorium op soortgelijke wijze over produkten te verdelen: een gedeelte van het werk loopt misschien op helemaal niets uit, een ander gedeelte zal later misschien nuttig blijken op totaal andere gebieden dan men bij de aanvang van het werk op het oog had. Het werk aan de ferromagnetische ferrieten werd bij ons aangepakt voor een bepaalde toepassing in de draaggolftelefonie; jaren later bleek het leeuwendeel van onze ferrietenproduktie opgeëist te worden door televisieontvangers. Op lange termijn is ons werk over ferromagnetisme succesvol en rendabel gebleken, maar indien onze afdeling voor draaggolftelefonie, die toen in opbouw was, de initiale kosten had moeten dragen, zou dit onderzoek in de kiem gesmoord zijn.

U zult misschien vragen, waarom er dan gegoochel bij te pas komt. Dit komt doordat de totale begroting

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van een onderzoeklaboratorium tamelijk nauwkeurig bepaald is door het aantal wetenschappelijke werkers: wil men op een bepaald onderzoekgebied en in een bepaald land een laboratorium hebben waar een aantal onderzoekers efficiënt kunnen werken en de nodige technische hulpkrachten, werkplaatsen enz. tot hun beschikking hebben, dan zullen de kosten per onderzoeker altijd hetzelfde blijken te zijn. Voorts dient een onderzoekinstelling naar een constante personeelsbezetting te streven. Het is een uitzondering als een persoon, hoe knap hij ook moge zijn, gedurende de eerste zes of acht maanden in een nieuwe omgeving reeds waardevol werk levert, en sommige van de beste onderzoekers worden eerst na verscheidene jaren produktief. Een langzaam en geleidelijk verloop onder de medewerkers kan geen kwaad, maar plotselinge uitbreidingen of inkrimpingen moet men trachten te vermijden.

Wil men een laboratorium volgens een begrotingssysteem beheren, dan is het dus de kunst een totaalbedrag, dat van te voren vaststaat, in een aantal afzonderlijke bedragen te splitsen, zodanig dat diegenen die over de toewijzingen te beslissen hebben, er genoegen mee nemen. Als ik dit voor mijn eigen laboratorium moest doen, zou ik misschien als volgt redeneren. Wij hebben een tamelijk grote groep die aan fluorescentie werkt. Dit werk is nuttig voor onze lampenfabrieken en voor de fabriek van katodestraalbuizen. Anderzijds doen enige onderzoekers tamelijk abstract wiskundig werk over elektronenoptica, waarvan we verwachten dat het op de lange duur wel nuttig zal blijken, maar waarvoor op de begroting moeilijk een geschikte plaats te vinden is. Moeten we het om deze reden stopzetten? Laten we het dan maar liever onder het hoofd „katodestraalbuizen" onderbrengen, en om deze afdeling, waarvoor al ettelijke dingen genoteerd staan, niet te zwaar te belasten, zullen we dan het fluorescentiewerk geheel op het conto schrijven van de lichtgroep, waarvan de begroting nog niet zo overladen is. Enz. Dit bedoelde ik met het gegoochel waardoor de hele begroting een wassen neus wordt. Gelukkig is in ons concern dit begrotingssysteem geheel afgeschaft. Ieder jaar wordt aan de onderzoeklaboratoria in totaal een bepaald bedrag toegewezen, dat zó berekend is dat aan het hierin werkzame aantal personen een behoorlijke gelegenheid geboden wordt hun werk goed te doen en dat er nog speling is voor een langzame uitbreiding. Alleen voor belangrijke kapitaalsuitgaven, b.v. voor nieuwe gebouwen en dergelijke, worden afzonderlijke bedragen aangevraagd. Natuurlijk moeten we een oog op de uitgaven houden, maar deze worden nooit in verband gebracht met een budget voor een bepaald project. Het begrip „budget voor een bepaald onderzoek" bestaat eenvoudig niet.

Mijn tweede stelling was dat de industrie weliswaar afhankelijk is van de resultaten van Fundamenteel Onderzoek — en daarbij bedoel ik het Fundamenteel Onderzoek met hoofdletters —, maar dat zulke resultaten niet uit industrielaboratoria komen. De voorbeelden om deze stelling te staven, liggen in de historie voor het grijpen. De elektrotechniek zou niet bestaan zonder het pionierswerk van Faraday en van Maxwell; hun werk had niets te maken met enigerlei in die dagen bestaande industrie. Er zou geen radio hebben kunnen komen zonder het werk van Maxwell en van Hertz, maar de elektrotechnische industrie van die dagen kwam niet op het idee het onderzoek te doen waardoor Hertz terecht beroemd werd. Omstreeks het begin van deze eeuw was het begrip elektron voor de elektrotechnische ingenieur bijna taboe, terwijl heden een ontzaglijke en nog steeds groeiende industrie hierop is gebaseerd. Geen maatschappij voor energieopwekking had kunnen dromen dat het werk van Rutherford e.a. ten slotte zou leiden tot een nieuwe energiebron. Een industrie kan zich op het standpunt stellen dat men op lange termijn moet werken, ze kan fundamenteel onderzoek aanmoedigen, ze kan misschien genoegen nemen met resultaten die niet direct praktisch waardevol zijn, maar men kan niet van haar verwachten dat zij zou werken aan grondbeginselen en verschijnselen waarvan zelfs onze stoutste fantasie niet kan voorspellen of en op welk gebied ze toepassingen zullen vinden. In de voorste linies van de wetenschap houden de fysici zich thans bezig met elementaire deeltjes, met begrippen als bij voorbeeld de pariteit, met de betrekkingen tussen mesonen en kernkrachten. Niemand kan voorzien waartoe dit zal leiden. Men kan van geen enkel industrielaboratorium verwachten dat het op grote schaal zal gaan werken aan deze dingen, of aan kosmische stralen, of dat het op eigen kosten voor het eerst een cosmotron zal bouwen. Maar als we de mogelijkheid van toekomstige toepassingen van deze dingen zouden ontkennen, zijn we misschien even kortzichtig als de elektrotechnicus van het begin van deze eeuw, die zijn schouders ophaalde voor het elektron. De plaats voor dit fundamentele onderzoek is in de universiteitslaboratoria.

Hier zou iemand mij kunnen tegenwerpen: maar de transistor dan? Ik zal de eerste zijn om te beamen dat de transistor niet alleen een buitengewoon belangrijke en nuttige uitvinding is, die een ver strekkende invloed op het hele gebied der elektronentechniek zal hebben, maar dat het onderzoek dat tot de transistor heeft geleid, ongetwijfeld ook een prachtig

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

stuk werk is, waarin weloverwogen en tevens fantasievolle experimenten hand in hand gingen met een diep gravende en elegante theoretische analyse. Ik denk er dus hier niet aan, de druiven als zuur te betitelen: ze zijn wel degelijk heel zoet, en hoewel ze voor ons misschien een beetje te hoog gehangen hebben om ze te plukken, hebben toch alle elektronische industrieën na het plukken een royale portie ervan gekregen. Niettemin meen ik dat de transistor een goed voorbeeld is om mijn stelling te bevestigen. Sta mij toe even in de technische details af te dalen om de grondgedachten te beschouwen die bij de transistor een rol hebben gespeeld.

Ten eerste het denkbeeld van elektronen, een denkbeeld dat speciaal verbonden is met het theoretische werk van Lorentz en de experimenten van J. J. Thomson. Vervolgens de statistische theorie van de stof en haar verband met de thermodynamica (Maxwell, Boltzmann, Gibbs). De toepassing van dergelijke methodes op de beweging van elektronen leidde in de handen van Lorentz en van Bohr in zijn weinig bekende dissertatie tot belangrijke resultaten, maar er bleven een aantal raadselachtige kwesties over: hoe is het mogelijk dat de geleidingselektronen niet noemenswaard bijdragen tot de soortelijke warmte; hoe kan men zich voorstellen dat een elektron vrij door een metaal kan bewegen; en hoe is het mogelijk dat het teken van het zg. Hall-effect soms zodanig is alsof de stroom door het metaal door positieve ladingen gedragen wordt, terwijl we weten dat de elektronen negatief geladen zijn? Voor de oplossing van deze tegenstrijdigheden waren geheel nieuwe begrippen noodzakelijk.

De eerste moeilijkheid werd opgelost door de statistiek van Fermi-Dirac, een wijziging van de klassieke statistische theorie die ten eerste op het bestaan van quantumtoestanden en ten tweede op het uitsluitingsprincipe van Pauli berust. De toepassing van de Fermi-Dirac-statistiek op de beweging van de elektronen in een metaal werd door Sommerfeld uitgewerkt en bleek een grote verbetering te zijn. De oplossing van het tweede probleem is te danken aan Bloch en Peierls na het voorafgaande en meer kwalitatieve werk van Houston. De oplossing is gebaseerd op de nieuwe quantummechanica, waarin elektronen worden beschreven als golven, een theorie die verbonden is met de namen van De Broglie en Schrödinger. Het blijkt dat deze elektronengolven in een volmaakt periodiek veld van krachten vrij kunnen bewegen, en het onderzoek van dergelijke golven door Brillouin en anderen leidde tot het begrip der elektronenbanden. De derde moeilijkheid werd door Peierls uit de weg geruimd. Hij voerde als eerste het begrip van een gat in een gevulde elektronenband in en toonde aan dat dit gat zich gedraagt alsof het een positief elektron was. Van dit punt af werden de problemen minder fundamenteel, maar de essentiële gedachten over halfgeleiders waren nog hoofdzakelijk het resultaat van werk aan de universiteit. Het enige nieuwe beginsel dat nu door de medewerkers van de Bell-laboratoria aan de bestaande begrippen werd toegevoegd, was de gedachte dat elektronen een tijdlang in germanium van type p kunnen blijven bestaan, d.w.z. in germanium dat zodanige verontreinigingen bevat dat de geleiding te danken is aan de beweging van gaten; evenzo kunnen geïnjecteerde gaten een tijdlang in germanium van type n blijven bestaan. Dit is zowel een belangrijk experimenteel feit als een interessante theoretische gedachte, maar van hoger standpunt uit is het zeker niet op één lijn te stellen met de grote nieuwe gedachten van de quantummechanica. Het werk over transistors is in wezen een schitterende en originele toepassing van bekende beginselen, een toepassing die ook als ze praktisch waardeloos was, een mooi staaltje van fysisch onderzoek zou vertegenwoordigen, maar die toevallig ook van groot technisch belang is.

Ik herhaal dus: de fundamentele begrippen die de industrie nodig heeft, komen van de universiteiten.

Ik zou hier nog het volgende aan willen toevoegen. Men heeft er vaak op gewezen dat het voor de opkomst van een industrie een essentiële voorwaarde is dat de leiders ervan de noodzaak van wetenschappelijk onderzoek inzien. Gaat het om fundamenteel onderzoek, dan hebben we dezelfde situatie op een ander niveau. Voor de toekomst van een bepaalde industrie is het noodzakelijk dat ze een brede kijk heeft wat betreft haar eigen onderzoek; voor de gemeenschap als geheel en voor de toekomst van al haar industrieën is het noodzakelijk, ook het meest abstracte soort fundamenteel werk te steunen. Het bestaan van industriële laboratoria getuigt van een vooruitziende blik van industriële leiders. Wijs staatsmanschap van de leiders van een natie zal het academisch onderzoek bevorderen.

Waarvoor dient dan mijn derde stelling? Waarom is het verkeerd als men zegt dat universiteiten niet slechts een onderwijzende taak hebben maar ook onderzoek moeten verrichten? Het is verkeerd, omdat uit deze voorstelling van zaken een principieel foute opvatting van het wezen van de universiteit blijkt. De taak van de universiteit bestaat daarin, in de sfeer der wetenschap te leven en een jongere generatie in deze levens- en denkwijze in te wijden. Voor deze inwijding moet men zekere technieken

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

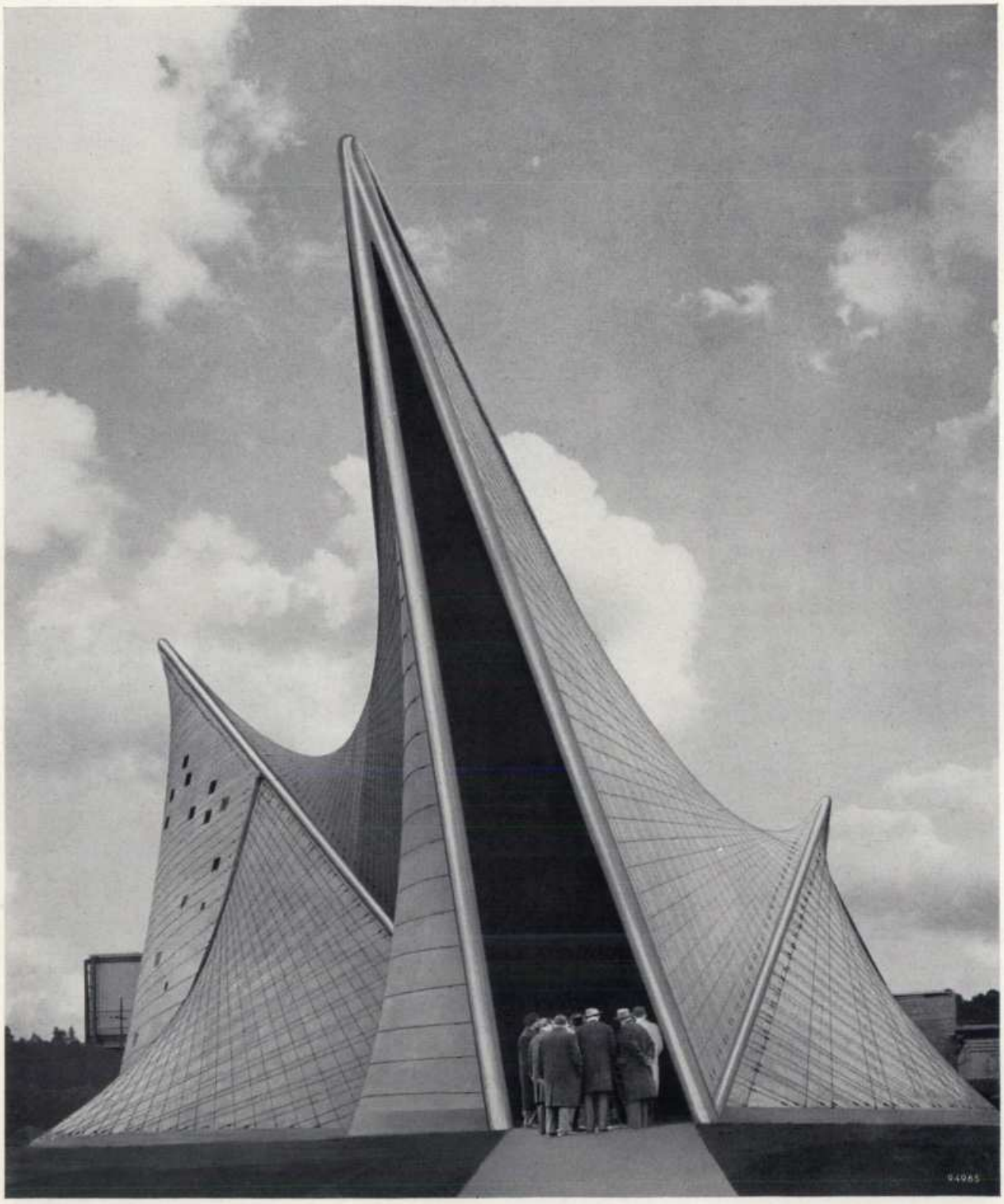
leren, doch deze zijn slechts een middel tot het doel. Er is slechts één vorm van werkelijk hoger onderwijs, en deze bestaat niet in het lopen van colleges, het uitvoeren van practicum-experimenten en het oplossen van problemen uit leerboeken; zij bestaat daarin, aan de grens van ons tegenwoordige weten te worstelen met het onbekende en het onverwachte, onder de leiding van een leermeester die vol enthousiasme is en enthousiasme weet te wekken.

Ik heb in het voorafgaande enige aspecten van de betrekkingen tussen wetenschap en industrie besproken. Ik heb gewezen op het belang van het industriële onderzoek voor de industrie en van het academische onderzoek voor het industriële onderzoek. Maar dit is niet alles. Hoewel onze technische beschaving het resultaat is van het samengaan van dorst naar kennis en drang naar (industriële) daden, is ons verlangen om de natuur te begrijpen toch niet alleen door zijn praktische belang gerechtvaardigd. Het beantwoordt aan een edele drang van het menselijke ras, die zijn doel ook in zichzelf vindt. Zelfs de meest verstokte materialist zal vaag aanvoelen dat de wiskundige die zich met een indrukwekkend gebouw van abstracties bezighoudt, en de astronoom die de bouw van het universum tracht te doorgronden, waardevolle dingen doen en op bepaalde wijze bijdragen tot de rijkdom van menselijke ervaring. Iets van deze waarde straalt zelfs uit van een eenvoudig stuk toegepast onderzoek. Het gevoel dat het werk dat men doet, niet alleen van praktisch belang is, maar ook een intrinsieke waarde en schoonheid bezit, is een van de dingen die het leven levenswaard maken. Wij, natuuronderzoekers, zijn bevoorrechte mensen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

HET PHILIPSPAVILJOEN OP DE WERELDTENTOONSTELLING TE BRUSSEL 1958



In dit door de architect Le Corbusier en zijn medewerker Y. Xenakis voor Philips ontworpen gebouw wordt voor de bezoekers van de tentoonstelling een „Elektronisch Gedicht" uitgevoerd, een compositie van licht en geluid volgens een scenario van Le Corbusier en met muziek van Edgar Varèse. De merkwaardige maar doelmatige architectonische conceptie van het gebouw en de elegante verwezenlijking daarvan in voorgespannen beton zal het onderwerp van enige artikelen in een der volgende nummers van dit tijdschrift zijn. De redactie hoopt daarna ook een artikel over de technische verwezenlijking van het „Elektronische Gedicht" te publiceren.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

GEDRUKTE BEDRADING IN RADIOTOESTELLEN

door R. van BEEK en W. W. BOELENS. 621.396.62.049.75

*De produktie van de meeste massa-artikelen is in hoge mate gemechaniseerd, d.w.z. dat er voor het transport van de onderdelen en van het nog onvoltooide produkt, voor het samenvoegen van de onderdelen en voor de overige bewerkingen nog maar weinig mankracht nodig is. Zo is de situatie — om ons te bepalen tot de radio-industrie — in de fabricage van radiobuizen *). Het monteren van radiotoestellen daarentegen was enige jaren geleden nog betrekkelijk weinig gemechaniseerd, hoewel het al sinds tientallen jaren aan een lopende band geschiedde en er een ruim gebruik werd gemaakt van elektrisch aangedreven schroevedraaiers en dergelijk gereedschap. Het bevestigen van de onderdelen, het leggen van de bedrading en het solderen van de verbindingen gebeurden vrijwel geheel met de hand. Hierin nu is een grote verandering gekomen sinds de zg. gedrukte bedrading is ingevoerd, die in radio- en televisietoestellen meer en meer ingang vindt.*

Het monteren van een radiochassis omvat in het algemeen de volgende handelingen:

1) het plaatsen en bevestigen van de onderdelen,
2) het leggen en bevestigen van de elektrische verbindingen,
3) het solderen van de verbindingspunten,
4) het trimmen (bijregelen) van het gemonteerde toestel, en
5) het verrichten van de verschillende controles.

Al vóór 1940 heeft men erover gedacht de handeling (2) — het bedraden — te mechaniseren, door op een plaat van isolatiemateriaal een patroon van geleidende verbindingen aan te brengen, in overeenstemming met de gewenste schakeling. Men heeft dit denkbeeld verwezenlijkt, o.a. door uit te gaan van platen die aan één kant waren beplakt met koperfoelie; daarop werd met een beschermende verf het bedradingspatroon gedrukt en vervolgens werd het niet-bedekte koper weggeëtst. Naar dit drukprocédé sprak men van gedrukte bedrading. Deze term wordt nog steeds gebruikt, ook wanneer het patroon tot stand is gekomen volgens een van de andere procédés die later zijn ontwikkeld.

Voor- en nadelen van gedrukte bedrading

Tijdens de laatste wereldoorlog is de ontwikkeling van procédés voor gedrukte bedrading vooral in de Verenigde Staten sterk gestimuleerd. Aanleiding hiertoe waren het tekort aan arbeiders, de stijgende lonen en de noodzaak om snel allerlei elektronische toestellen voor militaire doeleinden te leveren. Deze toestellen waren in het algemeen gecompliceerder dan de vooroorlogse radiotoestellen en werden in betrekkelijk kleine series gefabriceerd. Deze laatste twee omstandigheden nu zijn ongunstig voor het conventionele bedraden met de hand. Immers, bij ieder nieuw type toestel dat in fabricage komt, worden aanvankelijk verkeerde verbindingen gemaakt — des te meer natuurlijk naarmate de schakeling ingewikkelder is. Op den duur neemt het aantal fouten wel af, maar als de serie vrij klein is, komt men aan het stadium van een acceptabel klein aantal fouten ternauwernood toe. In dit opzicht kan gedrukte bedrading een grote verbetering geven.

Een tweede voordeel van gedrukte bedrading is dat alle punten die gesoldeerd moeten worden, vrijwel in een plat vlak liggen. Daardoor kan men een soort mechanisch solderen toepassen, het zg. dompelsolderen. Wij komen hierop nog terug.

Van radiotechnisch standpunt beschouwd, heeft een gedrukte bedrading, in vergelijking met een conventionele bedrading, zowel voor- als nadelen. Deze zijn echter slechts van secundair belang. De verschillen hangen samen met 1) het materiaal van de montageplaat (metaal bij de conventionele, isolatiemateriaal bij de gedrukte bedrading), 2) het materiaal dat zich tussen de verbindingen bevindt (lucht resp. vast isolatiemateriaal), en 3) de manier waarop de verbindingen ten opzichte van elkaar lopen (in drie resp. in twee dimensies).

Doordat een gedrukte bedrading is aangebracht op een plaat van isolerend materiaal, mist men daar de afschermende werking van een metalen montageplaat. Gunstig is echter dat de capaciteiten ten opzichte van aarde kleiner zijn. Tegenover het voordeel van goed gedefinieerde aardleidingen (in tegenstelling met de zwerfwegen door een metalen plaat) staat het nadeel dat deze aardleidingen een wat hogere impedantie hebben.

*) Zie b.v. G. Alma en F. Prakke, Een nieuwe serie kleine radiobuizen, Philips techn. T. **8**, 289-295, 1946.
Een voorbeeld betreffende weergeefbuizen vindt men in: A. H. Edens, Het aaneensmelten van venster en conus van televisieweergeefbuizen, Philips techn. T. **20**, 6-11, 1958 (no. 1).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Het vaste isolatiemateriaal van een gedrukte bedrading maakt de capaciteit tussen de verbindingen wat groter, maar dit nadeel kan men ondervangen door afschermstrepen aan te brengen. Vocht kan enige geleiding langs het oppervlak doen ontstaan; bij het ontwerpen van het verloop der bedrading moet men daarop bedacht zijn.

Het verschil in aantal dimensies tussen de twee methodes ten slotte brengt voor- en nadelen mee, die wij hieronder tegenover elkaar stellen.

Conventionele bedrading (drie dimensies)	Gedrukte bedrading (twee dimensies)
Alle kritische verbindingen kunnen kort zijn, daar ze elkaar kunnen kruisen.	Er blijken altijd enige kritische verbindingen vrij lang te worden, doordat ze om andere verbindingen heen moeten lopen.
Capaciteiten onderling en ten opzichte van de montageplaat zijn klein, maar variëren sterk van apparaat tot apparaat.	Onderlinge capaciteiten zijn wat groter, maar zeer reproduceerbaar van apparaat tot apparaat. Compensaties kunnen direct in de bedrading worden opgenomen.
Klein van oppervlakte, maar onoverzichtelijk. Elektrische aansluitingen ten behoeve van het trimmen zijn dikwijls niet gemakkelijk te maken.	Oppervlakte moet ca. 2 maal zo groot zijn als bij conventionele bedrading. Het geheel is zeer overzichtelijk. Alle punten zijn gemakkelijk bereikbaar.

Dat bij gedrukte bedrading bepaalde verbindingen vrij lang worden, is soms te voorkomen door het gebruik van zg. brugdraden. Dit zijn gewone koperdraden, die men op dezelfde wijze aanbrengt als onderdelen, b.v. weerstanden. Ook kan men bepaalde onderdelen dikwijls zodanig plaatsen dat ze als „brug" fungeren, dus een verbinding vormen.

Een belangrijk punt van overweging betreft het aanbrengen van wijzigingen, zoals bij een pas in fabricage gekomen type herhaaldelijk voorkomt. Toevoegen van een klein onderdeel, of vervangen van een onderdeel door een met andere afmetingen, kan in een toestel met conventionele bedrading meestal zonder bezwaar gebeuren. Bij gedrukte bedrading echter stuit het in de regel op grote moeilijkheden.

Bij Philips is gedrukte bedrading het eerst in 1955 gebruikt in een klein model radiogrammofoon en kort daarna o.a. in radiotoestellen van de „familie" B2X67 U. Geleidelijk is men ook bij andere types radiotoestellen en bij televisietoestellen tot gedrukte bedrading overgegaan. In televisietoestellen is het niet beperkt gebleven tot gedrukte verbindingen, maar worden ook spoelen gedrukt; hier kan men dus van „gedrukte schakelingen" spreken.

Fabricage van panelen (platen met gedrukte bedrading)

In het kader van dit artikel kunnen wij niet ingaan op de verschillende procédés voor het fabriceren van gedrukte bedrading. Wij zullen hier slechts schetsmatig, met weglating van details, beschrijven hoe de panelen voor een eenvoudig type radiotoestel worden gefabriceerd (een isolatieplaat met gedrukte bedrading wordt een paneel genoemd). Aanstonds zullen wij deze panelen op hun verdere weg volgen.

Nadat de schakeling in ware gedaante getekend is, wordt ze langs fotochemische weg overgebracht op een zijden scherm. Deze behandeling maakt de zij, die een bepaalde verfstof gemakkelijk doorlaat, ondoorlatend op die plaatsen welke corresponderen met de geleidende delen van de te fabriceren schakeling. Via dit zijden scherm wordt de verfstof aangebracht op beide kanten van een nikkelen plaat, die tevoren zeer dun is verkoperd. Op deze plaat verschijnt het patroon van de schakeling dus als volgt: op de „geleidende" delen blijft het koper blank, de „niet-geleidende" delen zijn met verf bedekt. Men zet de plaat nu opnieuw in een galvanisch koperbad en laat het koper — dat alleen op de onbedekte plaatsen van de koperen onderlaag neerslaat en straks de bedrading zal vormen — aangroeien tot de gewenste dikte (d.i. meestal iets dikker dan de verflaag). De plaat wordt daarna afgespoeld en in lijm gedompeld.

In een pers legt men tien vellen papier die met kunsthars zijn geïmpregneerd, op elkaar, daarop de met lijm bedekte plaat, en daarbovenop nog eens tien vellen geïmpregneerd papier (*fig. 1*). Tijdens het persen wordt het geheel verhit, waardoor elk van de stapels papier samenbakt tot één plaat hardpapier. Dank zij de lijm is de hechting van het hardpapier aan het koper van de bedrading sterker dan de hechting van het laagje koper aan het nikkel. Men kan dan ook zonder veel moeite aan dit laatste grensvlak een splijting tot stand brengen, en verkrijgt dan: 1) de nikkelen plaat, die opnieuw bruikbaar is, en 2) twee samenstellen, die ieder bestaan uit een plaat hardpapier en een dun laagje koper, waartussen zich de erop gegroeide bedrading bevindt. Na wegetsen van het dunne laagje koper heeft men twee hardpapieren platen met gedrukte bedrading. De dikte van de bedrading is ca. $^1/_{20}$ mm, de breedte en de tussenruimte zijn 1 tot 1½ mm.

Fabricage van een radiotoestel met gedrukte bedrading

Het fabricageproces van radiotoestellen met gedrukte bedrading zullen wij beschrijven voor toestellen B2X67 U, die al enige jaren gefabriceerd worden. De ontvangers B2X67 U zijn eenvoudige

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

toestellen, voor slechts één of twee golfgebieden en zonder nettransformator.

De eenvoudigste versie heeft één golfgebied, namelijk

òf middengolf (met ferroceptor),
òf 16 - 62 m (met plaatantenne),
òf 24 - 94 m (met plaatantenne),

en heeft geen klankregelaar.

De iets uitgebreidere versie heeft twee golfgebieden:
òf middengolf en lange golf (met één ferroceptor),
òf middengolf en 16 - 62 m (met ferroceptor en plaatantenne),
òf middengolf en 24 - 94 m (met ferroceptor en plaatantenne),
òf 13 - 42 m en 41 - 135 m (met alleen een plaatantenne),
en is voorzien van een klankregelaar.

Beide versies zijn omschakelbaar voor een netspanning (gelijk- of wisselspanning) die nominaal tussen 110 en 127 V ligt, en een netspanning van 220 V.

Doordat de diverse varianten in het hoogfrequentiegedeelte sterk verschillen, zou ieder van hen een andere gedrukte bedrading moeten hebben. Dit is vermeden door het hoogfrequentiegedeelte onder te brengen op een klein conventioneel chassis, dat voldoende ruimte biedt voor het grootste aantal onderdelen dat voorkomt. Het overige gedeelte (beginnend met de mengbuis), dat voor alle varianten hetzelfde is, is geheel in gedrukte bedrading uitgevoerd (*fig. 2a* en *b*). Als gevolg van de grotere oppervlakte die hiervoor nodig is, moest de kast van het toestel iets groter zijn dan anders het geval zou zijn geweest.

Zoals men in fig. 2*b* ziet, vertonen de geleidingen, op de plaatsen waar ze contact met een onderdeel moeten maken, een verbreding. In elke verbreding bevindt zich een gaatje in het paneel. De aansluitdraden of -lippen van de onderdelen worden door de gaatjes gestoken en alle tegelijk door dompelsolderen vastgesoldeerd.

De aangewezen manier om de gaatjes in de plaat te maken, is stampen. Indien men echter een willekeurig patroon van gaten van allerlei grootten in de plaat zou moeten stampen, en voor ieder type toestel weer een ander patroon, zou een groot aantal zeer kostbare stempels nodig zijn. Kan men daarentegen volstaan met even grote gaten die zich op een vast raster bevinden, dan is het mogelijk, een universeel stempel te maken, dat goed is voor iedere verlangde combinatie van gaten. Het streven is, toe te komen met gaatjes van 1,3 mm middellijn die zich op kruispunten van een raster bevinden (alleen op die kruispunten waar een gat nodig is) waarvan de steek 2,54 mm is. Zulk een vast raster stelt bepaalde eisen van eenvormigheid

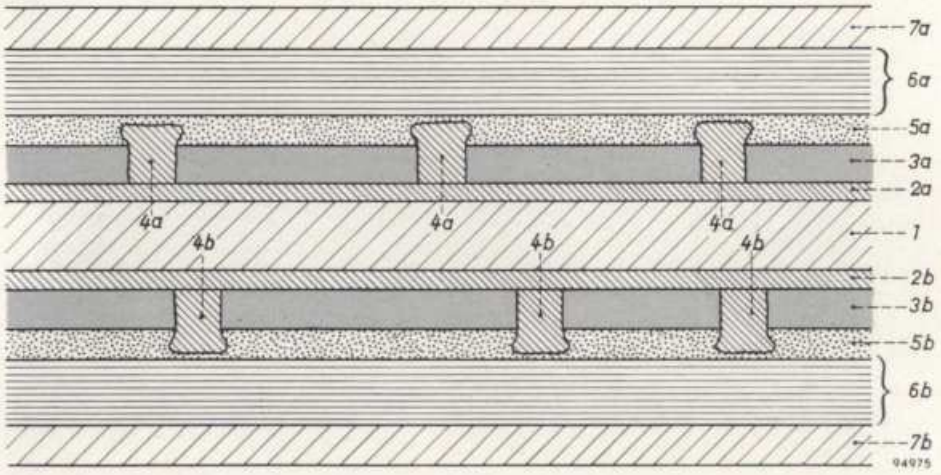


Fig. 1. Doorsnede van de stapel bij het persen van panelen (schematisch, niet op schaal). *1* nikkelen plaat, aan weerskanten bedekt met een zeer dun laagje koper *2a-2b*. *3a-3b* afdekverf. *4a-4b* galvanisch neergeslagen koper, dat de bedrading gaat vormen. *5a-5b* lijm. *6a-6b* stapels van elk tien vel geïmpregneerd papier. *7a-7b* stalen scheidingsplaten. De splijtingen, die na het persen tot stand worden gebracht, treden op aan de grensvlakken van nikkel en koper (*1-2a* en *1-2b*).

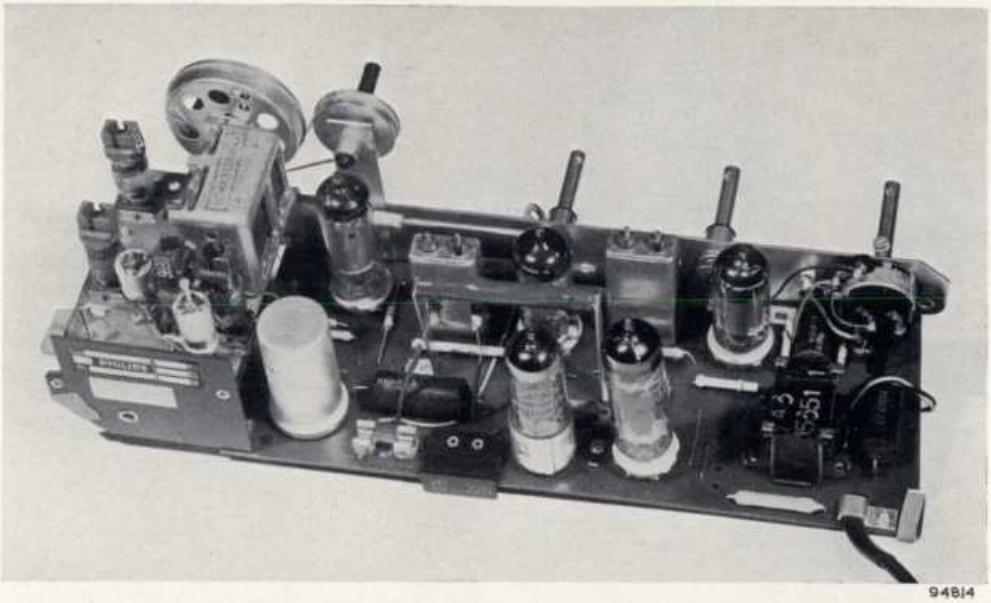
aan de aansluitingen van de te gebruiken onderdelen. Verscheidene onderdelen, zoals koolweerstanden, papier- en keramische condensatoren, uitgangstransformatoren en onlangs ontwikkelde buishouders, voldoen reeds aan deze eisen; enkele andere, zoals elektrolytische condensatoren, nog niet. Dit laatste is geen beletsel om gedrukte bedrading te gebruiken, maar vereist wel enig gereedschap extra, zowel voor het stampen van afwijkende gaten als voor het bevestigen van de afwijkende onderdelen.

De fabricage van het in fig. 2 afgebeelde toestel en de varianten daarop kan worden verdeeld in de volgende handelingen:

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

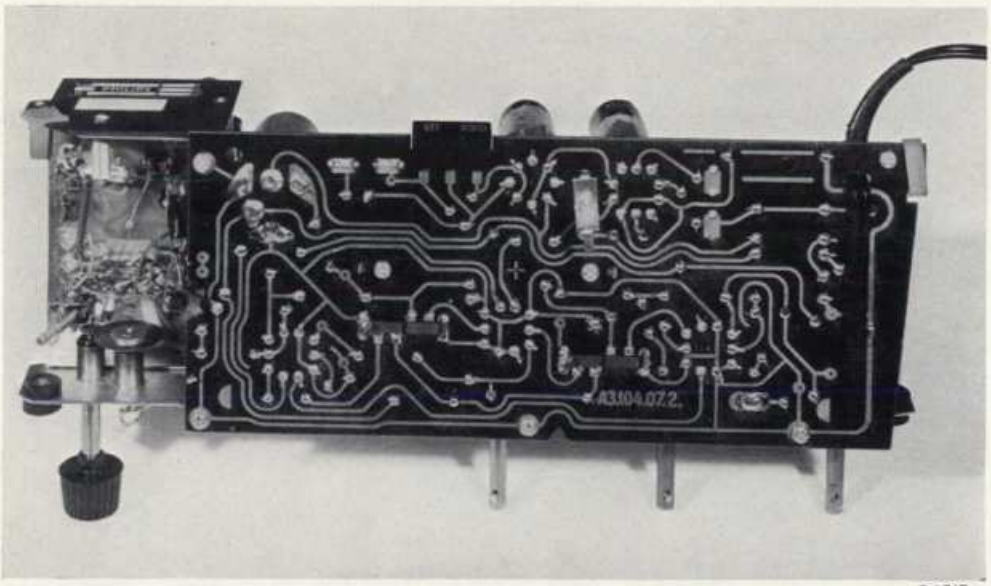
www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

a



94814

b



94815

Fig. 2. Chassis van een radiotoestel van de „familie" B2X67 U, *a*) van boven en van achteren gezien, *b*) van onderen gezien. Links het kleine, conventionele, chassis met het hoogfrequentiegedeelte, rechts het paneel met gedrukte bedrading.

1) het bevestigen van de onderdelen op het paneel,
2) het dompelsolderen,
3) het monteren van het hoogfrequentiechassis (conventioneel),
4) het samenstellen van dit chassis met het paneel,
5) het trimmen en
6) het in de kast monteren, de muziekcontrole en het verpakken.

Het bevestigen van de onderdelen op het paneel

Nadat de montageplaten zorgvuldig zijn gereinigd, gedroogd en met soldeerflux bespoten (*fig. 3*), kunnen de onderdelen erop bevestigd worden. Achtereenvolgens zijn dit:

a) onderdelen met lange aansluitdraden,
b) buishouders, en
c) onderdelen met tordeerlippen.

a) Onderdelen met lange aansluitdraden zijn keramische en papiercondensatoren en weerstanden. Ook brugdraden moeten hiertoe worden gerekend. Voordat men deze onderdelen aanbrengt, worden ze voorbereid. Dit bestaat hierin dat men ze in een rij van 50 of 100 stuks op een buigmal legt en de aansluitdraden door middel van een eenvoudig buig-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

gereedschap om de mal heen buigt (*fig. 4*). De twee aansluitdraden komen dan zo te lopen dat hun hartafstand het juiste veelvoud van 2,54 mm is. Het onderdeel kan dus aanstonds zonder moeite met zijn twee draden door gaatjes in het paneel worden gestoken, welke gaatjes op het genoemde raster met steek 2,54 mm liggen. Dank zij dit raster kan men met een beperkt aantal buigmallen volstaan.

Rekjes met de aldus voorbereide onderdelen worden op de tafels van de knip-buigmachines gezet, binnen het bereik van de monteuse (*fig. 5a*). In de eerste knip-buigmachine komen alleen de *lage* onderdelen aan de beurt (zoals koolweerstanden, keramische condensatoren en brugdraden), in de tweede knip-buigmachine de *hoge* onderdelen (o.a. papiercondensatoren). Deze scheiding in lage en hoge onderdelen voorkomt de moeilijkheden die zouden ontstaan als men een laag en een hoog onderdeel dicht bij elkaar tegelijk zou willen aandrukken.

De monteuse legt een paneel in de machine, met de gedrukte bedrading naar beneden, en steekt de onderdelen met de draden in de daarvoor bestemde gaatjes. De machine zorgt er nu verder voor dat de draden op de juiste lengte worden afgeknipt en omgebogen, zodat de onderdelen stevig vast komen te zitten. Dit gaat als volgt. In de machine komt het paneel *M* (*fig. 6a*) op een bronzen wrijvingsplaat *W* te liggen. Daaronder bevinden zich achtereenvolgens een buigplaat *B* en een knipplaat *K* (beide van hard staal) en ten slotte een met brons beklede stalen steunplaat *S*. De aansluitdraden van de onderdelen, die de monteuse door de gaatjes van de montageplaat steekt, passeren corresponderende gaatjes in de genoemde platen *W*, *B*, *K* en *S*. Zijn alle lage onderdelen op hun plaats gebracht, dan legt de

Fig. 3. Met een verfspuit wordt op de gedrukte bedrading soldeerflux gespoten.

Fig. 4. Voorbereiding van kleine onderdelen met aansluitdraden. Van 50 of 100 onderdelen tegelijk worden de aansluitdraden op een buigmal zodanig omgebogen dat ze in de gaten van de montageplaat passen.

a

b

Fig. 5. Knip-buigmachine. *a*) Een paneel *M* is in de machine gelegd en de „lage" onderdelen zijn erin gestoken. De monteuse toont het drukkussen, dat erop gelegd zal worden. *b*) Het deksel is dichtgeschoven. Het afknippen en ombuigen van de aansluitdraden gebeurt geheel mechanisch.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

monteuse er een aandrukkussen (fig. 5*a*) bovenop en schuift ze er een deksel overheen (fig. 5*b*). Dit laatste zet de volgende cyclus aan de gang:

1) In het schuifdeksel — waarvan de onderkant bestaat uit een rubbervlies — wordt lucht geperst. Het vlies zwelt op, zodat het kussen de onderdelen stevig op hun plaats drukt.

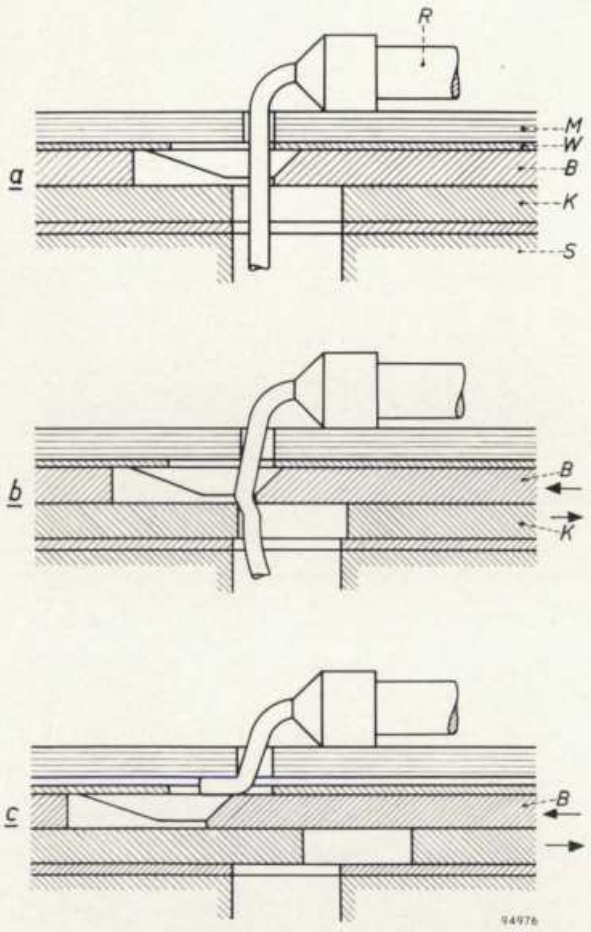


Fig. 6. Gedeeltelijke doorsnede van de knip-buigmachine. *a*) Beginstand. *M* paneel, met daarop een onderdeel *R* (koolweerstand). *W* wrijvingsplaat. *B* buigplaat. *K* knipplaat. *S* steunplaat met bronzen bekleding. *b*) De buigplaat is naar links, de knipplaat naar rechts verschoven; de linker aansluitdraad van de weerstand *R* wordt afgeknipt. *c*) De buigplaat is nog verder naar links gegaan en heeft de linker aansluitdraad omgebogen. Door andere verschuivingen van de knip- en de buigplaat wordt de rechter aansluitdraad van *R* op dezelfde wijze bewerkt.

2) Zodra de luchtdruk een zekere waarde bereikt, komen door middel van excenters de knip- en de buigplaat in beweging. Zoals in fig. 6*a-c* is te zien, heeft dit tot gevolg dat de aansluitdraden op de juiste lengte worden afgeknipt en zodanig omgebogen dat de onderdelen goed vast komen te zitten.

3) De lucht wordt uit het deksel gelaten.

De monteuse schuift nu het deksel open en neemt het drukkussen en het — van onderdelen voorziene — paneel uit de machine.

Tot de hoge onderdelen, die in de tweede knip-buigmachine aan de beurt komen, behoort de uitgangstransformator. Deze heeft geen aansluitdraden, maar korte aansluitlippen, die in het raster passen en die in de knip-buigmachine alleen worden omgebogen.

Het knip-en-buigmechanisme is berekend op het tegelijk behandelen van maximaal 30 onderdelen. Een groter aantal verschillende onderdelen zou trouwens moeilijk binnen het bereik van de monteuse op te stellen zijn.

De draden die het paneel moeten verbinden met een onderdeel erbuiten (b.v. de luidspreker), kunnen niet op een knip-buigmachine worden bevestigd. Een enkele draad met een omgebogen eind zou immers toch uit het paneel vallen. Deze draden worden aan de onderkant van de plaat door middel van een handgereedschap voorzien van een krul, die het uit de plaat vallen belet (*fig.* 7).

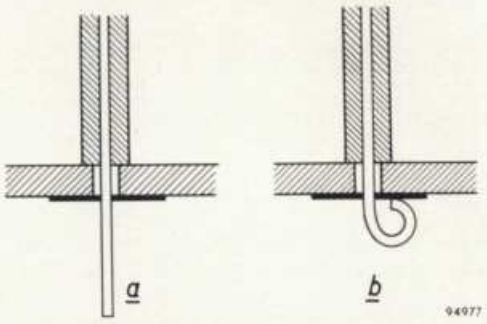


Fig. 7. Vastzetten van een draad die een punt van de gedrukte bedrading moet verbinden met een onderdeel buiten het chassis (b.v. de luidspreker). *a*) Het blank gemaakte eind van de draad is door het gaatje van de montageplaat gestoken. *b*) Door het eind een krul te geven, zet men de draad vast. Goed elektrisch contact komt tot stand bij het dompelsolderen.

b) De buishouders. De „Noval" voet (negen pennen op negen hoekpunten van een regelmatige tienhoek, tiende hoekpunt opengelaten), waarvan vele radiobuizen zijn voorzien, past niet in het raster. Daarom is voor gedrukte bedrading een speciale buishouder gemaakt (*fig.* 8). De contactbussen hebben lipjes (3), die zo zijn gebogen dat ze wel in het raster passen. Tijdens het vervoer van de afdeling die de buishouders fabriceert, naar de montage-afdeling voor radiotoestellen zouden de lipjes gemakkelijk verbogen kunnen worden; daarom prikt men de buishouders met hun lipjes vast in schuimplastiek, dat de lippen beschermt.

Het bevestigen van de buishouders op het paneel gebeurt met behulp van gereedschap dat de negen lipjes tegelijk buitenwaarts ombuigt (fig. 8). In *fig.* 9 is dit gereedschap te zien.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

c) Onderdelen met tordeerlippen. De middenfrequentiebandfilters en de elektrolytische condensator zijn voorzien van zg. tordeerlippen. Het bevestigen op de montageplaat geschiedt door de lippen

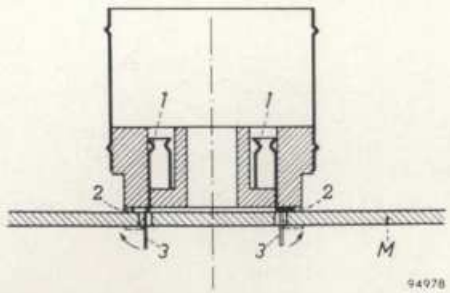


Fig. 8. Houder voor buizen met „Noval" voet. De contactbussen *1* hebben elk een gespleten lip. De gedeelten *2* van de lippen zijn omgebogen, om te voorkomen dat de bussen uit de houder vallen. De gedeelten *3* zijn zo voorgebogen dat ze in het raster van het paneel *M* passen. Ter bevestiging van de buishouder op het paneel worden de negen lipjes *3* door een speciaal stempel tegelijk buitenwaarts omgebogen, volgens de pijltjes.

door bepaalde sleuven te steken en ze, in het geval van de bandfilters, met een speciaal gereedschap over 60° te torderen. Bij de condensator, waarvan de lippen te kort zijn voor mechanisch torderen, gebeurt dit met een gewone tang.

Het dompelsolderen

Nadat de panelen nog eens met soldeerflux zijn bespoten, kunnen de elektrische verbindingen gesoldeerd worden. Dit gebeurt in een bad met gesmolten soldeer, waarvan het niveau en de temperatuur automatisch constant worden gehouden. Men legt het paneel, met de gedrukte bedrading naar onderen, op een mal, die de plaatsen waar geen soldeer mag komen, afdekt (*fig. 10*), veegt het oxydehuidje op het gesmolten soldeer weg en sluit het veiligheidshek. De soldeercyclus verloopt dan verder geheel mechanisch: de mal daalt tot de onderkant van het paneel juist op het soldeeroppervlak komt, en gaat na een bepaalde tijd weer omhoog. Het paneel wordt in trilling gehouden, zowel tijdens het dompelen, om het contact met het soldeer te bevorderen, als na het omhoog trekken, om te voorkomen dat te grote druppels soldeer ongewenste verbindingen tot stand zouden brengen. Temperatuur en dompeltijd zijn zo gekozen dat de soldeerverbindingen van zeer goede kwaliteit zijn, zonder dat de montageplaat te heet wordt.

Nadat de verbindingen gesoldeerd zijn, worden de buizen in de houders gezet en het gemonteerde paneel aan een controle onderworpen.

De weg die het paneel bij de bovenbeschreven handelingen heeft gevolgd, vindt men terug op de

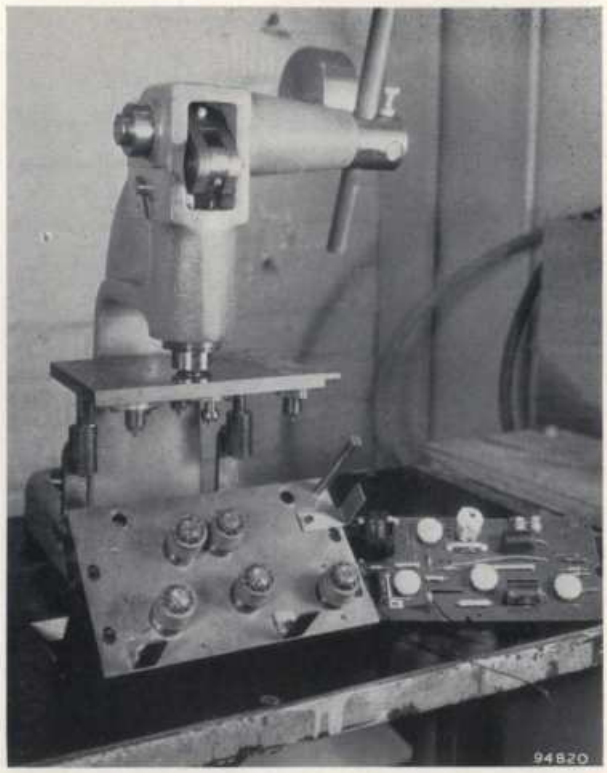


Fig. 9. Gereedschap voor het bevestigen van de buishouders. Voorgrond links: plaat met vijf onderstempels. Daarachter: handpers met bovenstempel. De onderstempels buigen de negen contactlipjes van de buishouder buitenwaarts om (vgl. fig. 8). Rechts: paneel met onderdelen, waaronder vijf buishouders.

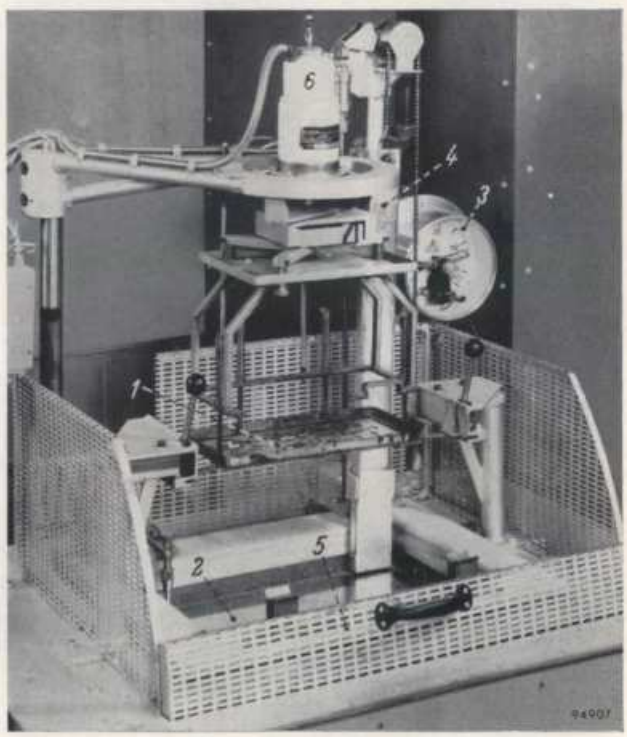


Fig. 10. Dompelsoldeermachine. Het te solderen chassis wordt met de gedrukte bedrading naar onderen op de mal *1* gelegd, die de plaatsen afdekt waar geen soldeer mag komen. *2* bad met het gesmolten soldeer, waarvan temperatuur en niveau automatisch constant worden gehouden. *3* temperatuurmeter. *4* staaf soldeer. *5* veiligheidshek; sluiten hiervan zet de soldeercyclus aan de gang. *6* triller, die het paneel tijdens en na het solderen in trilling houdt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

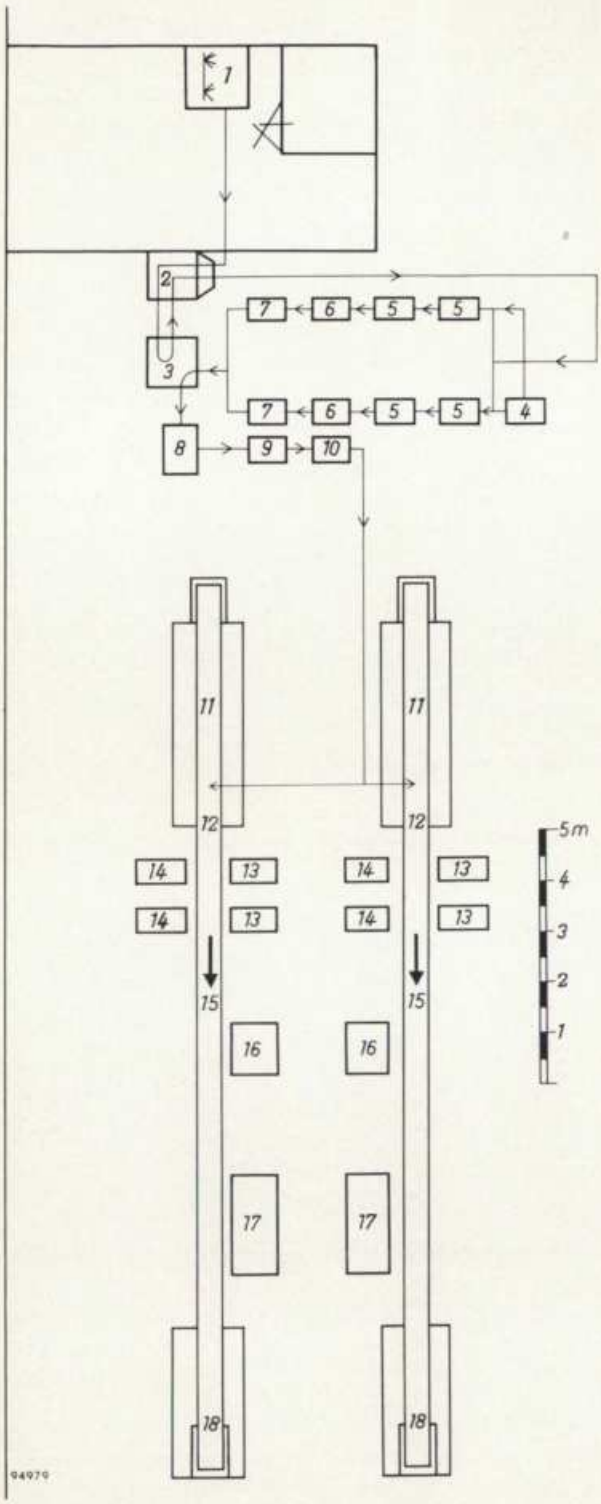


Fig. 11. Plattegrond van een montageafdeling van radiotoestellen met gedrukte bedrading.

1 schoonmaken van de isolatieplaten. *2* drogen. *3* bespuiting met soldeerflux. *4* voorbereiding van kleine onderdelen. *5* knip-buigmachines. *6* montage van de buishouders. *7* montage van de middenfrequentiebandfilters en de elektrolytische condensator. *8* dompelsolderen. *9* inzetten van de buizen. *10* controle.

11 montage van het hoogfrequentiegedeelte (metalen montageplaat, conventionele bedrading) aan een lopende band. *12* samenvoeging van het hoogfrequentiechassis en het paneel met gedrukte bedrading. *13* trimmen. *14* storingzoeken en controle. *15* in de kast monteren. *16* hoogspanningsproef. *17* muziekcontrole in geluiddichte cabine. *18* inpakken.

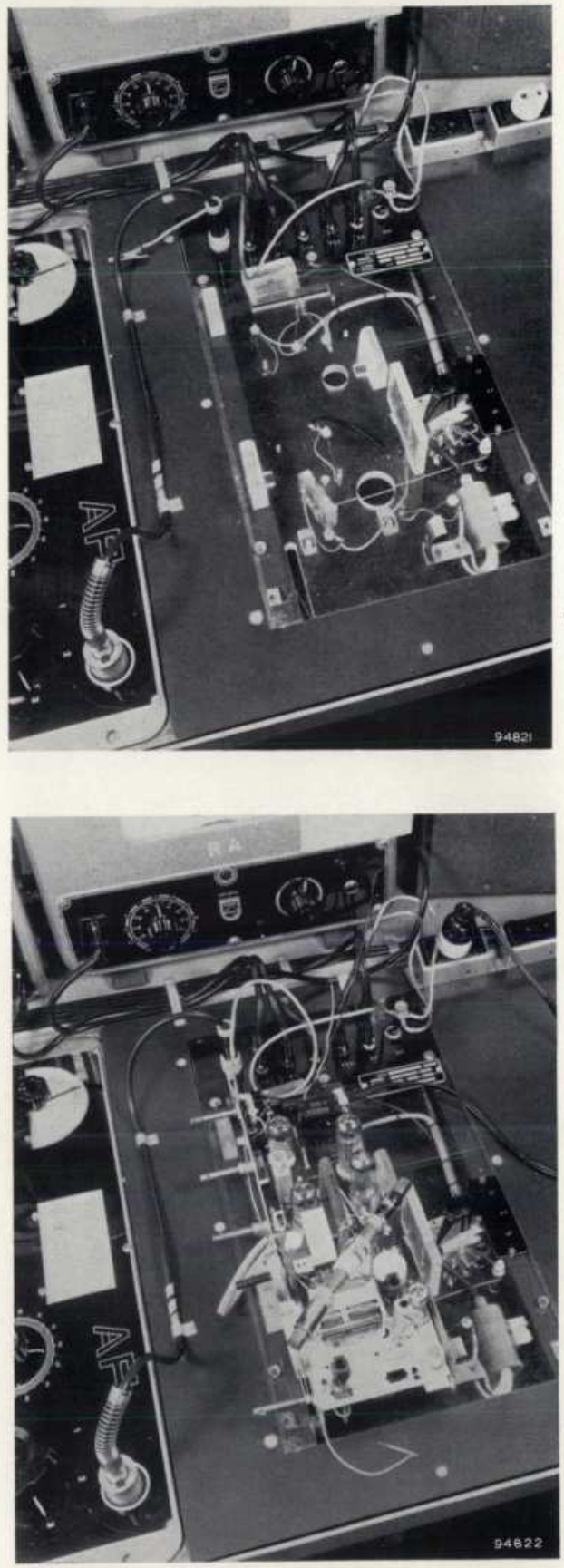


Fig. 12. Meettafel voor het trimmen (*13* in fig. 11), *a*) onbezet, *b*) met een erop geplaatst chassis. De contacten met de gedrukte bedrading die voor de meting nodig zijn, worden gemaakt door verende pennen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

plattegrond die in *fig. 11* is afgebeeld. Hierop kan men ook het verdere verloop van de fabricage volgen, dat hieronder in het kort zal worden beschreven.

Het verdere verloop van de fabricage

Het hoogfrequentiegedeelte van de toestellen B2X67 U bestaat voornamelijk uit enige spoelen en variabele condensatoren met trimcondensatoren, en de golfgebiedschakelaar. Deze onderdelen worden op conventionele wijze op een metalen plaat gemonteerd en bedraad. Dit gebeurt aan een lopende band (*11* in fig. 11). Aan het eind van deze band, bij *12*, worden deze plaat met onderdelen en het paneel tot één chassis samengesteld.

Bij het hierop volgende trimmen (*13*) wordt geprofiteerd van een boven al genoemd voordeel van gedrukte bedrading, namelijk dat deze in een plat vlak ligt, waardoor ieder punt gemakkelijk bereikbaar is. Als het chassis op een bepaald vak van de meettafel wordt geplaatst, maken een aantal verende pennen met bepaalde punten van de gedrukte bedrading de contacten die men voor de meting nodig heeft (*fig. 12*). Nog een ander voordeel van gedrukte bedrading maakt dat het trimmen beperkt kan blijven tot het hoogfrequentiegedeelte (de spoel en de trimcondensator van resp. de antennekring en de oscillatorkring). Dank zij de reproduceerbare capaciteit van de gedrukte bedrading namelijk kunnen de bandfilters al vooraf (bij de fabricage van dit onderdeel) worden getrimd, zodat ze in het fabricagestadium waarover wij nu spreken, geen bijregeling meer nodig hebben.

De verdere handelingen — het in de kast monteren, de hoogspanningsproef, de controle met muziek en het verpakken — verschillen niet van die welke toestellen zonder gedrukte bedrading ondergaan. Ze blijven hier dan ook onbesproken. Alleen zij nog onder de aandacht gebracht dat het fabrieksgedeelte dat rechtstreeks met de gedrukte bedrading te maken heeft (*1...10* in fig. 11), in vergelijking met het meer conventionele gedeelte (*11...18*) bijzonder klein is en weinig personeel nodig heeft.

Samenvatting. Pogingen om het leggen en het bevestigen van de elektrische verbindingen in elektronische toestellen te mechaniseren, hebben geleid tot de zg. gedrukte bedrading. Organisatorische voordelen ervan zijn dat men minder personeel en minder fabrieksruimte nodig heeft, en dat fouten zoals die bij nieuwe types met conventionele bedrading aanvankelijk altijd worden gemaakt, vrijwel geheel vermeden worden. Van radiotechnisch standpunt bezien, heeft gedrukte bedrading zowel voor- als nadelen, die echter van minder belang zijn.

In het kort wordt beschreven hoe bij Philips panelen (platen met gedrukte bedrading) voor radiotoestellen worden gefabriceerd. Daarna wordt de fabricage van radiotoestellen (type B2X67 U) behandeld, waarin deze panelen worden gebruikt.

EEN EXPERIMENTELE PYROMETER MET FOTOTRANSISTOR VOOR ONDERZOEK AAN RADIOBUIZEN

536.52:621.383:621.314.7:621.385.1

In de radiobuizenfabricage is het van belang temperatuurmetingen te kunnen doen aan diverse onderdelen van gerede, in werking zijnde radiobuizen. Bovendien wenst men soms in korte tijd een groot aantal van dergelijke metingen te kunnen uitvoeren.

Daar het gebruik van een meetapparaat dat met het object in contact gebracht moet worden (thermometer, thermo-element), hier uiteraard vaak onmogelijk is, moet men zijn toevlucht nemen tot een op afstand werkend — d.w.z. op de uitgezonden temperatuurstraling reagerend — instrument.

Het meest gebruikt men daartoe de optische pyrometer. Deze werkt aldus dat men het te onderzoeken oppervlak afbeeldt in het vlak van de gloeidraad van een gloeilampje. De stroom wordt nu op een zodanige waarde ingesteld dat men met het oog de gloeiende draad niet meer van de achtergrond onderscheiden kan. Uit de genoemde waarde van de stroom kan men dan de temperatuur van het object afleiden.

Uiteraard is deze methode alleen toepasbaar op objecten die licht uitstralen. De laagste temperatuur die men op deze wijze kan meten, ligt ongeveer bij 630 °C [1]). Men kan dus met de optische pyrometer de temperatuur van de katode van een radiobuis bepalen (ca. 700 °C [1])). Om bij deze — vrij lage — temperatuur met enige precisie te kunnen meten, is het nodig in een donkere kamer te werken. Het werk is bovendien vermoeiend voor de ogen. Dit betekent dat aan de wens, een groot aantal metingen in korte tijd uit te voeren, slechts voldaan kan worden indien een aantal geroutineerde waarnemers beschikbaar is [2]). Metingen aan andere delen

[1]) Het betreft hier de zg. „zwarte" temperatuur.

[2]) Metingen van niet-geroutineerde waarnemers vertonen een standaardafwijking die meestal groter dan 5 °C is; voor ervaren waarnemers is dit bedrag 1 °C.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van een radiobuis, die normaliter kouder zijn dan de katode, zijn met de optische pyrometer in 't geheel niet mogelijk.

Deze stand van zaken was aanleiding uit te zien naar een methode waarbij het menselijk oog vervangen is door een stralingsdetector die objectief is, zodat geroutineerde waarnemers niet nodig zijn, en die een uitbreiding naar beneden van het meetgebied mogelijk maakt.

Gebleken is dat aan deze verlangens voldaan kan worden door als detector een voor straling gevoelige transistor te gebruiken (Philips germanium-fototransistor OCP 71). *Fig. 1* toont schematisch een door ons voor eigen gebruik gebouwde pyrometer die met een dergelijke transistor is uitgerust. Het optische deel daarvan wordt in hoofdzaak gevormd door een spiegelreflexcamera, waarvan de lens (L) [3]) het te onderzoeken object (O) op ware grootte afbeeldt op een diafragma (D). Direct achter de opening van het diafragma bevindt zich het lichtgevoelige gedeelte van de transistor. De diameter van de opening is slechts 0,6 mm. De transistor „ziet" van het object (door de afbeelding op ware grootte) een stukje dat eveneens een diameter van slechts 0,6 mm heeft, met andere woorden: men kan met deze pyrometer zelfs kleine objecten, zoals elektrodes van radiobuizen, punt voor punt aftasten. Van welk punt de temperatuur gemeten wordt, ziet men door de spiegel AM om te klappen tot in de stand AM'. Het object, dat zich in een verlichte kamer mag bevinden, wordt dan op het matglas G afgebeeld. Een daarop aangebrachte stip D' toont welk punt van het object door de transistor „gezien" wordt [4]).

De straling van het object wordt door een roterende schijf (C) 175 maal per seconde onderbroken. De stroom door de transistor vertoont dientengevolge een rimpel, waarvan de frequentie eveneens 175 Hz is en waarvan de amplitude een maat is voor de intensiteit van de opvallende straling. Deze rimpel wordt versterkt met behulp van een versterker die slechts frequenties doorlaat welke in de buurt van 175 Hz liggen. Door de alternerende belichting en door het gebruik van een selectieve versterker

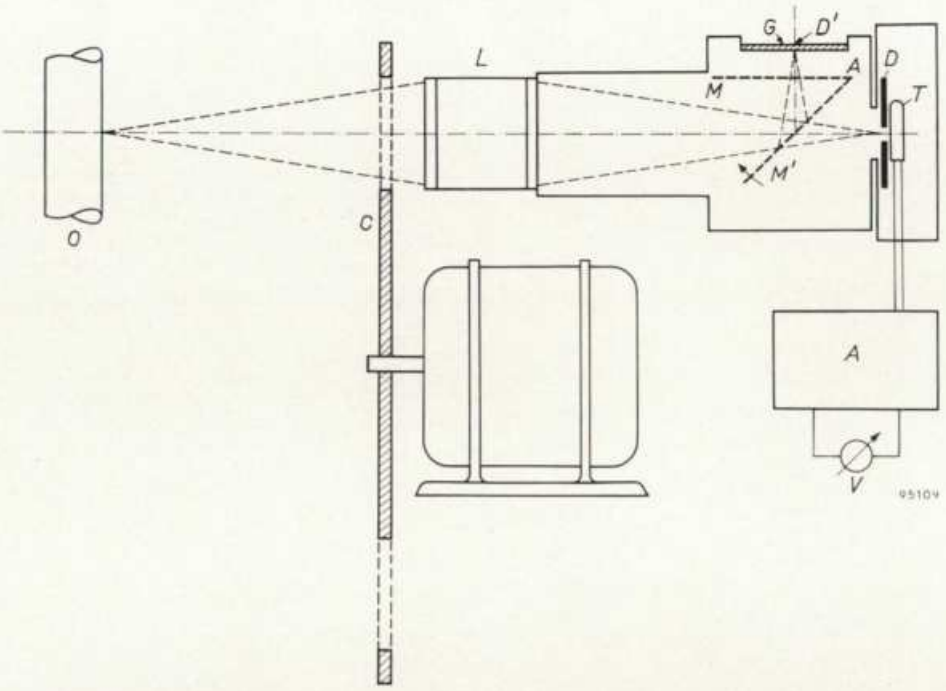


Fig. 1. Schematische voorstelling van een stralingspyrometer met fototransistor. Het object O, b.v. de anode van een radiobuis, wordt door het lenzenstelsel L op ware grootte afgebeeld op het diafragma D, hetwelk zich voor de fototransistor T bevindt. De van openingen voorziene schijf C, die gemonteerd is op de as van een synchrone motor, onderbreekt de straling 175 maal per seconde. Wanneer de spiegel AM in de stand AM' staat, kan men op het gewenste punt van het object instellen door de afbeelding daarvan te doen samenvallen met de stip D' op het matglas G. De variaties in de transistorstroom worden omgezet in spanningsvariaties en deze worden, voor zover ze een frequentie van 175 Hz hebben, door de selectieve lineaire versterker A versterkt. De uitgangsspanning wordt na gelijkrichten gemeten met de meter V.

[3]) Relatieve opening 1 : 2,9; f = 50 mm.

[4]) Bij de montage van het apparaat moest rekening gehouden worden met de chromatische aberratie van de optiek; de transistor vertoont nl. zijn grootste gevoeligheid in het infrarood.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

bereikt men dat de uitslag van een achter de versterker geschakelde meter vrijwel uitsluitend bepaald wordt door de opvallende straling en niet of nauwelijks afhangt van toevallige variaties van de transistorstroom [5]) of van variaties in de voedingsspanning van de versterker. Bovendien wordt, doordat de versterker selectief is, de signaal-ruisverhouding aanzienlijk verbeterd; ruisfrequenties die buiten het doorgelaten gebied liggen, worden geëlimineerd. Dit is o.m. van belang voor de uitbreiding van het meetgebied. De signaal-ruisverhouding legt nl. de benedengrens daarvan vast. Deze grens ligt voor de huidige opstelling bij een (zwarte) temperatuur van ca. 200 °C. Voor een grote signaal-ruisverhouding is behalve de vermindering van de ruis eveneens van belang een zo groot mogelijk signaal, dus een grote relatieve opening van de optiek. De onzekerheid in de temperatuurmetingen (standaardafwijking) is ongeveer 1 °C, d.w.z. ongeveer dezelfde als die welke een ervaren waarnemer kan bereiken met de optische pyrometer.

Fig. 2 toont hoe de transistor geschakeld is en op welke wijze de variaties in de stroom die erdoor gaat,

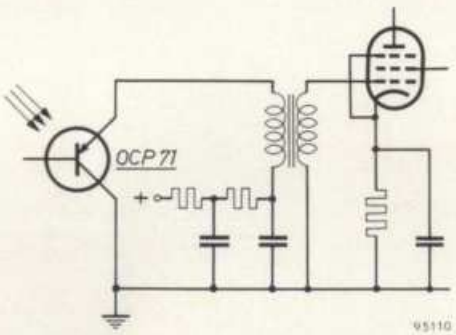


Fig. 2. Schakeling van de fototransistor. De keten waarin zich de transistor bevindt, is door middel van een transformator gekoppeld met de eerste buis van de versterker.

worden omgezet in variaties van de roosterspanning van de eerste buis van de bovengenoemde versterker. Deze roosterspanningsvariaties zijn evenredig met de stroomvariaties. De evenredigheidsfactor is gelijk aan het produkt van de impedantie van de transformator bij een frequentie van 175 Hz (700 kΩ) en de transformatieverhouding. Het gebruik van een transformator is gunstig uit een oogpunt van signaal-ruisverhouding. De middelbare ruisspanning over een impedantie (in een gegeven frequentie-interval) is nl. evenredig met de gelijkstroomweerstand (voor beide wikkelingen van de transformator slechts 20 kΩ). De tweede en derde trap van de versterker zijn selectief (resonantiefrequentie resp. 169 en 181 Hz; de kwaliteitsfactor Q voor beide gelijk 17), waardoor een frequentiekarakteristiek verkregen is die van 170 tot 180 Hz vrijwel horizontaal verloopt en daarbuiten sterk daalt (*fig. 3*). De

Fig. 3. De frequentiekarakteristiek van de versterker. Tussen 170 en 180 Hz varieert de versterking minder dan 0,3 dB. Buiten het gebied von 165 Hz tot 183 Hz is de versterking met meer dan 3 dB afgenomen.

(niet selectieve) eindtrap is via een transformator en een dubbelfazige gelijkrichter, bestaande uit vier germaniumdiodes, verbonden met een precisie-milliampèremeter (nauwkeurigheid 5 ‰). De uitslag van deze meter is evenredig met de amplitude van de variaties van de stroom door de transistor. Een tussen de eerste en de tweede versterktrap aangebrachte verzwakker maakt het mogelijk de versterking in 6 stappen een factor 1000 te verkleinen. In de gevoeligste stand komt de volle uitslag van de meter overeen met een roosterspanningsvariatie van de eerste buis van 3 μV. De versterker is uitstekend lineair. De variaties in de versterkingsfactor bij verandering van de grootte van het signaal zijn kleiner dan 1%. De middelbare ruis- (en stoor-) spanning op het rooster van de eerste buis is ongeveer 0,2 μV.

Daar de stroom door een transistor afhangt van de temperatuur ervan, is de gebruikte fototransistor gemonteerd in een blok van aluminium; door dit blok stroomt leidingwater. De temperatuur van de transistor wordt aldus gestabiliseerd en bovendien verlaagd tot ongeveer 16 °C. Deze temperatuurverlaging heeft een gunstige invloed op de signaal-ruisverhouding.

Ter vermindering van de kans op het optreden van storende elektrische lekstromen is de transistor, alvorens gemonteerd te worden, bedekt met een laagje van een water afstotende stof, en wel door behandeling met dimethyldichloorsilaan $(CH_3)_2Cl_2Si$.

Ter illustratie van de omstandigheden waarmee men bij gebruik van de nieuwe pyrometer te maken

[5]) Variaties in de transistorstroom kunnen het gevolg zijn van direct op de transistor vallend licht en vooral van temperatuurvariaties. In principe is hun invloed ook te verminderen door te werken met een brugschakeling waarin twee uitgezochte, op uitwendige invloeden zo goed mogelijk gelijk reagerende, transistors zijn opgenomen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

heeft, moge *fig. 4* dienen. De getrokken curven daarin geven de spectrale intensiteitsverdeling $E(\lambda,T)$ van de straling die een zwart lichaam uitzendt bij enige temperaturen T tussen 800 en 1100 °K. De stippellijn *1* geeft in relatieve maat de spectrale gevoeligheid van de transistor weer; de top van de kromme ligt bij 1,55 μ. De stippellijn *2* is de ooggevoeligheidskromme, die de situatie bij de optische pyrometrie bepaalt. Uit de figuur blijkt dat de nieuwe pyrometer in een breder golflengtegebied gevoelig is dan de optische, en wel tot een golflengte van bijna 2 μ. Het gevoelige gebied is dus niet, zoals bij de optische pyrometer, beperkt tot het uiterste staartje van het stralingsspectrum van stralers van ca. 1000 °K, maar omvat ook golflengten waarbij de intensiteit van de uitgezonden straling aanzienlijk groter is.

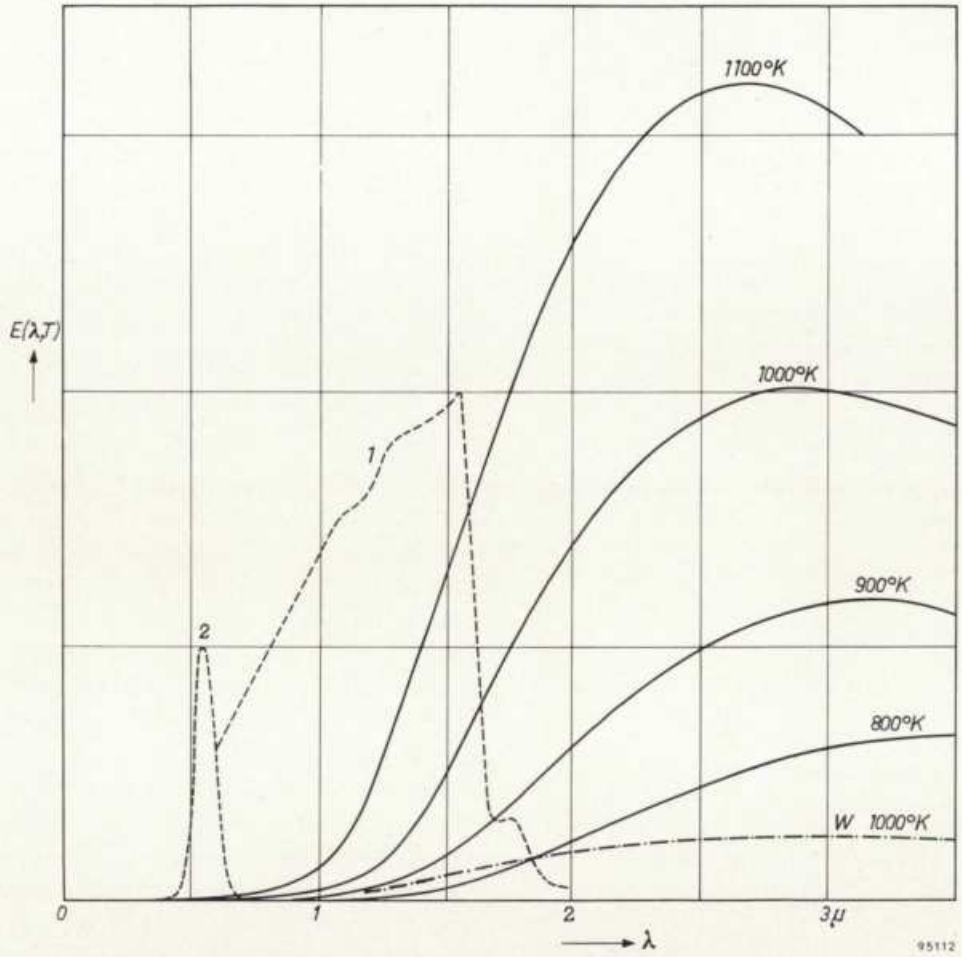


Fig. 4. Spectrale intensiteitsverdeling van de straling die uitgezonden wordt door een zwart lichaam van 800, 900, 1000 en 1100 °K (getrokken krommen). Ter vergelijking is ook getekend de curve die geldt voor wolfraam van 1000 °K (punt-streeplijn). De stippellijn *1* stelt de spectrale gevoeligheid van de transistor OCP 71 voor (willekeurige eenheden), stippellijn *2* is de ooggevoeligheidskromme (idem).

Zoals gebruikelijk, wordt de pyrometer geijkt met behulp van een zwart lichaam: met elke meteruitslag correspondeert een zekere temperatuur T. Aan een niet-zwarte straler die dezelfde meteruitslag teweegbrengt, kan men een even grote schijnbare temperatuur Z toekennen; de ware temperatuur ervan is hoger. Voor het bepalen van de ware temperatuur uit de schijnbare zijn in ons geval verdere ijkingen noodzakelijk, waarbij de temperatuur van het object nog op andere wijze gemeten wordt, b.v. met een thermo-element. Bij sommige materialen, waarbij dit laatste niet of nauwelijks mogelijk is, moet men met de bepaling van de schijnbare temperatuur volstaan, en voor het oplossen van bepaalde problemen bij de fabricage van radiobuizen heeft men daaraan ook voldoende.

In principe kan men voor het bepalen van de ware temperatuur T uit de schijnbare temperatuur Z de uit de stralingspyrometrie bekende formules toepassen. De betrekking tussen T en Z wordt relatief eenvoudig indien de pyrometer slechts reageert op straling waarvan de golflengte in een zo nauw gebiedje valt dat men mag doen alsof men met één golflengte te

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

maken heeft, en indien voor deze golflengte geldt $\lambda \ll c_2/T$. (c_2 = constante uit de wet van Planck = $1{,}438 \times 10^{-2}$ m °K). In het laatste geval mogen we nl. voor $E(\lambda,T)$ met voldoende benadering de stralingswet van Wien

$$E(\lambda,T) = c_1 \lambda^{-5} e^{-c_2/\lambda T}$$

gebruiken en er geldt dan:

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{T} - \frac{\lambda}{c_2} \ln \varepsilon(\lambda,T), \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

waarin ε de spectrale emissiefactor van het onderzochte object is. De schijnbare temperatuur Z is in dit geval dezelfde als de voor de genoemde golflengte geldende zg. zwarte temperatuur.

In ons geval mag inderdaad met de stralingwet van Wien gerekend worden. Het golflengtegebied waarin de transistor gevoelig is, omvat geen golflengten groter dan 2 μ en de bovengrens van het temperatuurgebied dat ons interesseert, is niet hoger dan 1000 °K. Onder deze omstandigheden wijkt de Wet van Wien minder dan $1\,^0/_{00}$ af van die van Planck [6]). Experimenteel is gebleken dat men tussen 500 en 1000 °K de nieuwe pyrometer inderdaad mag beschouwen als reagerend op straling van één golflengte. In *fig. 5* is, voor metingen aan een zwart lichaam, de responsie logaritmisch uitgezet tegen de reciproke waarde van de absolute temperatuur. De meetpunten blijken voortreffelijk op een rechte te liggen uit de helling waarvan men als effectieve golflengte 1,51 μ vindt. Aan de beide genoemde voorwaarden blijkt dus voldaan te zijn, zodat formule (1) toegepast zou mogen worden.

Dat we in de praktijk niet met deze eenvoudige formule kunnen werken om de zwarte temperaturen tot de ware temperaturen te herleiden, ligt daaraan dat in het golflengtegebied waarin we hier werken, de emissiefactoren ε van de voor de buizenfabricage belangrijke materialen niet voldoende bekend zijn.

Omgekeerd kunnen we natuurlijk wel, als we de ware temperatuur van een object langs andere weg gemeten hebben, uit de responsie van de pyrometer de waarde van ε bepalen. In fig. 5 is gestippeld aangegeven de responsiecurve voor nikkel. Deze curve blijkt eveneens een rechte te zijn, die bovendien evenwijdig is met die van het zwarte lichaam. Uit de horizontale afstand der rechten kan men met behulp van formule (1) de waarde van ε berekenen. Deze blijkt $0{,}267 \pm 0{,}005$ te zijn en is — de rechten zijn immers evenwijdig — onafhankelijk van de temperatuur.

Het verschil tussen ware en zwarte temperatuur is, wanneer men de transistorpyrometer gebruikt, aanzienlijk groter dan bij gebruik van de optische pyrometer [7]). Voor nikkel op een temperatuur van 797 °C, b.v. vinden we voor dit verschil resp. 139 en 45 °C.

Een uit praktisch oogpunt bijzonder gunstige omstandigheid is dat de transistor voor straling met een golflengte groter dan ca. 2 μ niet gevoelig is. Dit betekent dat men temperatuurmetingen kan doen aan elektrodes van gerede radiobuizen zonder dat er correcties aangebracht behoeven te worden voor absorptie van de straling door de glazen wand; de absorptie van glas (van deze dikte) wordt nl. pas van betekenis voor golflengten die groter zijn dan 2 μ. Anderzijds betekent dit natuurlijk óók dat men

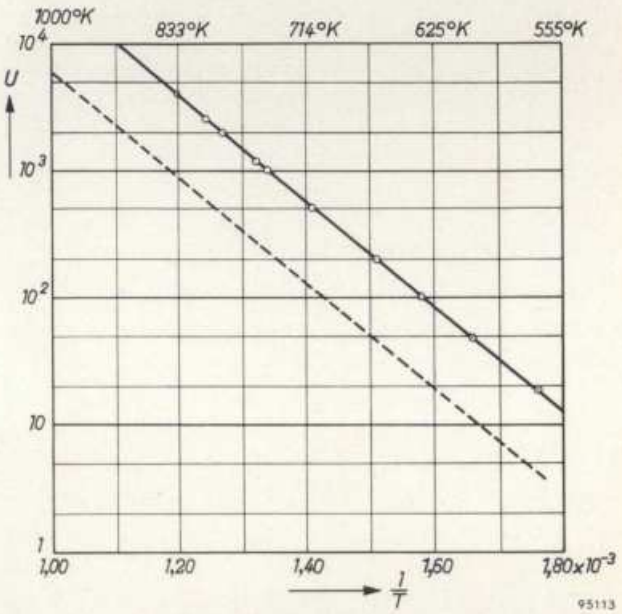


Fig. 5. De logaritme van de responsie U van de pyrometer (in willekeurige eenheden) als functie van de reciproke waarde van de absolute temperatuur. De getrokken curve geldt voor een zwart lichaam, de gestippelde voor nikkel. Beide curven zijn recht; bovendien zijn ze evenwijdig.

het instrument niet kan gebruiken om de temperatuur van de glazen ballon zelf te meten. Wel moet men rekening houden met het verlies door reflectie aan de glasoppervlakken. Het eenvoudigste kan dit gebeuren door de eerder genoemde ijkingen uit te voeren met behulp van objecten die zich eveneens achter glas bevinden.

De laagste temperatuur die gemeten kan worden, wordt, zoals reeds werd vermeld, bepaald door de signaal-ruisverhouding. Bij een in aanbouw zijnd instrument, waarin de lenzenoptiek wordt vervangen door een spiegeloptiek van zeer grote opening, zal de signaal-ruisverhouding aanzienlijk groter zijn en zal het meetgebied zich dus tot nog lagere temperaturen kunnen uitstrekken. Verder wordt de roterende schijf aangebracht tussen de optiek en de transistor, en wel in de nabijheid van het diafragma. Hierdoor zullen de schijf en het aandrijfmechanisme aanzienlijk kleiner worden, waardoor het mogelijk is ze met de camera tot één geheel te verenigen. Het nieuwe instrument zal dientengevolge draagbaar zijn.

F. H. R. ALMER en P. G. van ZANTEN.

---

[6]) De lezer late zich niet misleiden door het feit dat een golflengte van 2 μ vrij ver in het infrarood ligt. De golflengte voor welke $E(\lambda,T)$ maximaal is, is voor stralers van ten hoogste 1000 °K nòg aanzienlijk groter.

[7]) Uit vergelijking (1) blijkt dat dit verschil in eerste benadering evenredig is met λ. Bij metingen aan metalen wordt het effect meestal nog versterkt doordat hun spectrale emissiefactor in de regel met toenemende λ afneemt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

STORING VAN RADIO-ONTVANGST DOOR FLUORESCENTIELAMPEN

door H. J. J. van BOORT, M. KLERK en A. A. KRUITHOF.

621.396.82:621.327.534.15

Radio-ontvangst, speciaal die van zwakke zenders in het middengolfgebied, wordt soms gestoord door hoogfrequente trillingen die in fluorescentielampen ontstaan en die op de netleidingen komen. Van dit zeer grillige verschijnsel worden kwantitatieve gegevens verkregen met een gestandaardiseerde meetmethode, waarvan de resultaten statistisch worden verwerkt. Op deze wijze is een onderzoek ingesteld naar de sterkte van de storingen die in de netleidingen doordringen bij verschillende soorten lampen en voorschakelapparaten. De schrijvers geven aan wat naar hun oordeel de oorzaak van de storingen is en bespreken enkele manieren waarop het doordringen van de storingen in de netleidingen kan worden verminderd.

Radiostoringen, een grillig verschijnsel

Het is gebleken dat sommige verlichtingsinstallaties met buisvormige fluorescentielampen de radio-ontvangst storen. Hierbij valt op dat deze storingen een zeer grillig verschijnsel vormen, zodat men van te voren in het geheel niet kan voorspellen of ze bij een bepaalde installatie al dan niet zullen worden opgemerkt [1]). Vrijwel steeds vindt men dat de door de lampen veroorzaakte storingen voor radio-ontvangst alleen hinderlijk zijn bij frequenties beneden ongeveer 1500 kHz. In het gebied der korte golven zijn ze bijna nooit hinderlijk, terwijl ze in dat van frequentiemodulatie en televisie in het geheel niet worden waargenomen.

In dit artikel zullen wij alleen de voor de storingen belangrijkste gebieden der lange en middengolven behandelen. Wij zullen nagaan, waaraan de grilligheid van het verschijnsel te wijten is en hoe deze bij metingen grotendeels kan worden uitgeschakeld. Verder zullen enige kwantitatieve en kwalitatieve gegevens over de storingsbron worden verschaft en middelen worden aangegeven om zo nodig de storingen te bestrijden.

Tweeërlei oorsprong van de grilligheid

De oorsprong van de hierboven gesignaleerde grilligheid in het optreden van door fluorescentielampen veroorzaakte radiostoringen ligt op twee geheel verschillende gebieden. Ten eerste blijkt dat de sterkte waarmede de storingen in de lamp worden opgewekt, sterk kan variëren, en ten tweede kunnen de trillingen de radio-ontvanger langs verschillende wegen bereiken, zodat de sterkte van de koppeling tussen de lamp en de ontvanger grote variaties kan vertonen. Wij zullen nu eerst de koppeling van de lamp met de radio-ontvanger bespreken en een beschrijving geven van een genormaliseerde meetmethode. Hierbij zijn de variaties in de sterkte van de koppeling tussen de lamp en de ontvanger geëlimineerd, zodat de resultaten van de metingen direct een indruk geven van de variaties in sterkte van de in de lampen opgewekte storingen.

Voortplanting van de trillingen naar de radio-ontvanger

Reeds in 1938 werd in dit tijdschrift een uitvoerige beschouwing gewijd aan de wijzen waarop radiostoringen in een ontvangtoestel kunnen doordringen [2]). Wij geven hier allereerst een korte samenvatting van het in dit artikel behandelde, voor zover dit in het hierna volgende van nut is.

De in een fluorescentielamp opgewekte hoogfrequente trillingen kunnen langs twee verschillende wegen aan een radio-ontvanger worden overgedragen, nl. a) langs directe weg van de lamp naar de antenne en b) via het lichtnet. Het is gebleken dat storingen die langs directe weg komen, alleen merkbaar zijn als de afstand tussen antenne en lamp kleiner is dan 2 à 3 m. Omdat bij de installatie van een ontvanger de afstand tussen de lamp en het werkzame deel van de antenne in de regel wel groter kan worden gemaakt (b.v. door een afgeschermde invoerdraad te gebruiken), wordt voor de genormaliseerde meetmethode de directe overbrenging der trillingen van de lamp naar de antenne buiten beschouwing gelaten. Bij de overbrenging van storingen via het lichtnet zijn capaciteiten betrokken die in de meer gebruikelijke beschouwingen van een lichtnet doorgaans niet in aanmerking worden genomen, doch die bij hoogfrequente trillingen niet mogen worden verwaarloosd. Ter illustratie van de wijze waarop hoogfrequente trillingen van de lamp via het lichtnet een ontvanger bereiken, zijn in *fig. 1* de belang-

[1]) Een niet onbelangrijk deel van de geconstateerde storingen werd veroorzaakt door slechte contacten in de elektrische installatie. Storingen van deze aard zijn gemakkelijk op te heffen en worden in dit artikel niet besproken.

[2]) L. Blok, Radiostoringen, Philips techn. T. **3**, 239-244, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

rijkste stroomkringen voor hoogfrequente stromen geschetst [3]). Hierin stellen p en q de beide geleiders van het net voor. C_N, C_{N1} en C_{N2} zijn de capaciteiten tussen deze geleiders onderling en ten opzichte van aarde. De fluorescentielamp L heeft ten opzichte van aarde een capaciteit C_L. De capaciteit van de wikkeling van de voorschakelsmoorspoel S is door C_S voorgesteld. Parallel met de glimlichtstarter G is de gebruikelijke ontstoringscondensator C_O geschakeld.

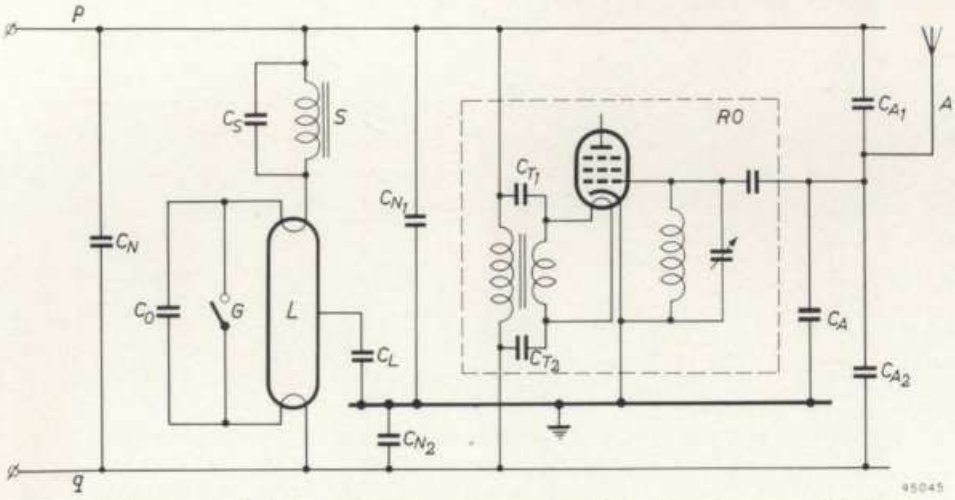


Fig. 1. Schema van de belangrijkste stroomkringen waarlangs hoogfrequente elektrische trillingen van een fluorescentielamp via de geleiders p en q van het lichtnet in een radio-ontvanger kunnen doordringen. L lamp, G starter, C_O ontstoringscondensator, C_L capaciteit tussen lamp en aarde, S voorschakelsmoorspoel, C_S eigen capaciteit van de smoorspoel, C_N capaciteit tussen de netgeleiders, C_{N1} en C_{N2} capaciteiten tussen de netgeleiders en aarde, A antenne, C_A capaciteit tussen de antenne en aarde, C_{A1} en C_{A2} capaciteiten tussen de netgeleiders en de antenne, RO ingangstrap van een radio-ontvanger, C_{T1} en C_{T2} capaciteiten via welke de gloeistroomwikkeling van de voedingstransformator met de beide netgeleiders is gekoppeld.

In het met een stippellijn begrensde deel van de figuur is een klein gedeelte van het schema van een radio-ontvangtoestel geschetst. Van de voedingstransformator zijn alleen de primaire en de gloeistroomwikkeling getekend. De gloeistroomwikkeling is via de capaciteit tussen de wikkelingen met de beide netgeleiders gekoppeld. Dit is met de condensatoren C_{T1} en C_{T2} aangegeven. De antenne A heeft de capaciteiten C_A, C_{A1} en C_{A2} ten opzichte van aarde en van de beide netgeleiders.

Uit fig. 1 blijkt dat hoogfrequente storingen vanuit het lichtnet langs twee wegen in een ontvanger kunnen doordringen, nl. via de antenne en via de capaciteiten van de voedingstransformator. Meestal overheerst de via de antenne binnendringende storing.

Indien op de beide geleiders van een net stoorspanningen V_p en V_q met een bepaalde frequentie aanwezig zijn, welke spanningen onderling in grootte en faze verschillen, kan ieder van deze twee spanningen worden ontbonden in twee componenten, nl.
1) een component V_1, die wordt gevormd door tussen de geleiders en aarde aanwezige gelijke en in tegenfaze zijnde spanningen, welke component gewoonlijk wordt aangeduid als de symmetrische component, en
2) een component V_2, die bestaat uit tussen de geleiders en aarde aanwezige gelijke en in faze zijnde spanningen, de zg. asymmetrische component.

In *fig. 2* is dit met een vectordiagram geïllustreerd.

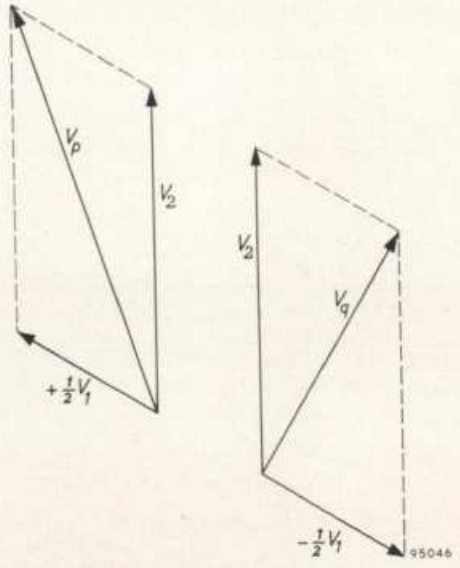


Fig. 2. Ontbinding van de twee wisselspanningen, V_p en V_q, tussen de netgeleiders en aarde, in een symmetrische component V_1 en een asymmetrische component V_2.

[3]) Zie ook H. J. J. van Boort en M. Klerk, High-frequency oscillations in low-pressure mercury arcs, Appl. sci. Res. **B 5**, 69-74, 1955.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

We zullen in het hierna volgende steeds de symmetrische en de asymmetrische componenten van de stoorspanningen afzonderlijk beschouwen.

In *fig. 3* zijn uit fig. 1 de capaciteiten overgenomen waarlangs de hoogfrequente trillingen van de lamp

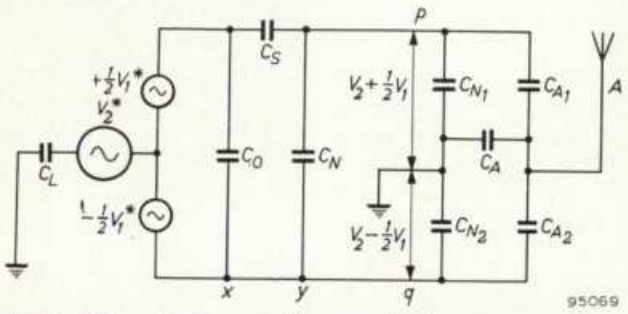


Fig. 3. Schematische voorstelling van de elementen waarlangs zich hoogfrequente trillingen van een fluorescentielamp kunnen voortplanten naar de antenne. V_1^* en V_2^* stellen de symmetrische en de asymmetrische componenten voor van de hoogfrequente spanningen op de elektrodes van de fluorescentielamp. V_1 en V_2 zijn de overeenkomstige hoogfrequente spanningen op de netgeleiders. De andere letters hebben dezelfde betekenis als in fig. 1.

de antenne kunnen bereiken. De symmetrische en de asymmetrische component van de storing op de elektrodes van de lamp zijn hierin voorgesteld door de spanningen V_1^* en V_2^*. Zij veroorzaken op de netleidingen p en q de symmetrische en asymmetrische spanningen V_1, resp. V_2. Doordat in het algemeen de schakeling onsymmetrisch is ten opzichte van aarde, wordt V_1 niet uitsluitend door V_1^* veroorzaakt en V_2 door V_2^*, doch worden V_1 en V_2 beide door V_1^* èn V_2^* beïnvloed. In de meeste gevallen heeft echter wèl V_1^* in hoofdzaak invloed op V_1, en V_2^* op V_2.

Wij zien uit fig. 3 dat de symmetrische spanningscomponent V_1 werkt op een brugschakeling, die bestaat uit de capaciteiten C_{N1}, C_{N2}, C_{A1} en C_{A2}. Is deze schakeling in evenwicht, dus is voldaan aan de voorwaarde $C_{A1}C_{N2}=C_{A2}C_{N1}$, dan zal de spanning V_1 geen spanning tussen de antenne- en de aardaansluiting veroorzaken. Hoewel aan deze voorwaarde nooit exact is voldaan, is het toch waarschijnlijk dat hierdoor de invloed van de symmetrische component van de stoorspanning veelal sterk wordt verminderd.

De door V_2^* veroorzaakte stroom loopt door C_L naar aarde en in hoofdzaak langs twee wegen weer naar de lamp terug, nl. via C_{N2} en via de serieschakeling van C_{N1} en C_S. Het zal duidelijk zijn dat voor de asymmetrische spanningscomponent V_2 niet de mogelijkheid aanwezig is om de stoorspanning op de antenneklem sterk te verkleinen door de rechts in de figuur aanwezige brugschakeling in evenwicht te brengen.

Daar alle in fig. 1 en 3 getekende capaciteiten in de praktijk zeer uiteenlopende waarden kunnen hebben, kan de sterkte van de koppeling tussen de lamp en de antenne grote variaties vertonen.

Wat betreft het doordringen van storingen in een ontvanger via de voedingstransformator, kan worden opgemerkt dat verschillende schakelelementen in de ontvanger via de transformator capacitief met de beide netgeleiders zijn gekoppeld. (In fig. 1 is dit voor de gloeistroomwikkeling met de condensatoren C_{T1} en C_{T2} aangegeven. Men kan natuurlijk ook voor andere wikkelingen van de transformator dergelijke condensatoren tekenen.) Daardoor is ook hier de mogelijkheid aanwezig dat de symmetrische component van de stoorspanning niet, of slechts zwak, in het apparaat doordringt. Voor de asymmetrische component bestaat hier een dergelijke compensatiemogelijkheid evenmin.

Meting van de stoorspanning

De Commission Internationale Spéciale des Perturbations Radiophoniques (C.I.S.P.R.) heeft een meetmethode genormaliseerd voor de door een storingsbron op de netgeleiders veroorzaakte symmetrische en asymmetrische spanningscomponenten. Hierbij wordt een schakeling gebruikt zoals in *fig. 4* is getekend. De bij L aangesloten storingsbron (dus in ons geval de fluorescentielamp) wordt uit het net N gevoed via de smoorspoelen S_1 en S_2. De stoorstroom vloeit nu van L door de condensatoren C_1 en C_2 en door de beide parallelgeschakelde weerstandstakken. De weerstanden hebben zodanige waarden dat voor niet te lage frequenties de impedantie tussen de beide netgeleiders, evenals die van deze geleiders samen ten opzichte van de aardklem, 150 Ω bedraagt.

De symmetrische component van de stoorspanning wordt gemeten tussen de klemmen A_1 en A_2 en de asymmetrische component tussen B_1 en B_2. Deze metingen worden uitgevoerd met een gestan-

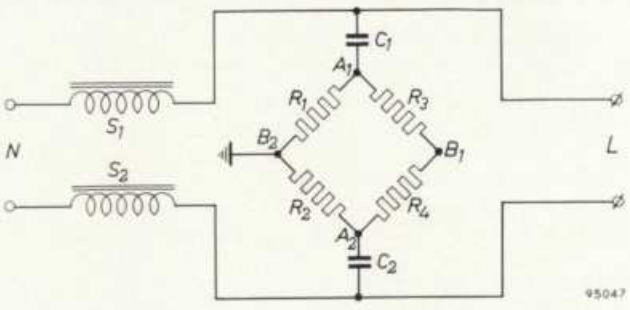


Fig. 4. Schema van het netwerk dat door de C.I.S.P.R. is gestandaardiseerd voor het meten van de door een storingsbron op de netgeleiders veroorzaakte hoogfrequente trillingen. N net, L storingsbron (fluorescentielamp met voorschakelapparaat), S_1 en S_2 scheidingssmoorspoelen, C_1 en C_2 koppelcondensatoren, capaciteit 0,1 μF, R_1 en R_2 weerstanden van 300 Ω, R_3 en R_4 weerstanden van 100 Ω. De symmetrische component wordt gemeten tussen de punten A_1 en A_2, de asymmetrische tussen B_1 en B_2 (aarde).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

daardiseerde meetontvanger, waarin frequentietransformatie wordt toegepast. Aan de ingangszijde, die elektrisch symmetrisch ten opzichte van aarde is, bevindt zich een uit weerstanden samengestelde verzwakker. Het middenfrequentiegedeelte van de ontvanger heeft een bandbreedte van 10 kHz. Het uitgangssignaal van het middenfrequentiegedeelte wordt gemeten met behulp van een voltmeter, waarbij de gevoeligheid van het menselijk oor voor geknetter en geruis bij benadering wordt nagebootst [4]).

Met behulp van deze meetopstelling kan men nu van elke storingsbron de beide componenten van de op de netgeleiders veroorzaakte stoorspanning meten. Doordat de koppeling tussen de storingsbron en de meetontvanger hierbij is gestandaardiseerd, blijft de in de praktijk optredende variatie in de sterkte van de koppeling tussen de storingsbron en het radio-ontvangtoestel buiten beschouwing. De resultaten der metingen geven dus alleen een inlichting omtrent de door een storingsbron veroorzaakte stoorspanning en niet direct omtrent de hinder die hiervan in een bepaald geval wordt ondervonden. Vindt men bij metingen aan verschillende lampen verschillen in de sterkte der storingen, dan moeten deze uit de lampen zelf voortkomen.

Meetresultaten aan „TL" 40 W-lampen

De uitvoerigste storingsmetingen zijn gedaan aan „TL" 40 W-lampen, waarbij de voorschakelapparatuur bestond uit een smoorspoel die wij in verband met het hiernavolgende als type I zullen aanduiden. De capaciteit van de ontstoringscondensator (C_0 in fig. 1) bedroeg 10 000 pF. Wij zullen eerst de resultaten van deze proeven bespreken; verderop in dit artikel zullen wij nog vermelden in hoeverre bij gebruik van andere voorschakelapparaten en bij andere lampen het storingsniveau afwijkt van de hier vermelde waarden.

In totaal werden meer dan 800 „TL" 40 W-lampen onderzocht. Deze werden verkregen door gedurende een half jaar van de hiervoor in aanmerking komende produktiegroepen dagelijks enige lampen te nemen [5]). Vóór de meting liet men de lampen twee maal 24 uur inbranden. Omdat de ontlading slechts op dat einde van iedere elektrode aangrijpt dat met het net is verbonden, werd door omdraaien van de lampen ervoor gezorgd dat tijdens dit inbranden de boog op beide einden van de elektrodes had gestaan.

De metingen van de stoorspanningen zijn uitgevoerd bij zeven frequenties, nl. twee in het langegolfgebied, drie in het middengolfgebied en twee in het overgangsgebied hiertussen. De frequenties zijn in *tabel I* vermeld. Het gebied der kortere golven, waarin van fluorescentielampen weinig of geen storing wordt ondervonden, is dus niet onderzocht.

Tabel I. Gemiddelde waarden van de symmetrische component S en van de asymmetrische component A van de stoorspanning, gemeten met het C.I.S.P.R.-meettoestel. Beide componenten zijn opgegeven in dB boven 1 μV. σ is de standaardafwijking en $M = S + 2{,}3\,\sigma$.

Frequentiegebied	Meetfrequenties	S	A	σ	M
Lange golf	160 en 240 kHz	52	38	3,1	59
Overgangsgebied	350 en 550 kHz	50	40	3,8	59
Middengolf	750, 1000 en 1400 kHz	42	33	4,9	53

De resultaten van de metingen waren in ieder van de drie genoemde frequentiegebieden voor alle lampen vrijwel op dezelfde wijze afhankelijk van de frequentie, vandaar dat in de tabel alleen de gemiddelde uitkomsten per frequentiegebied zijn vermeld. Getabelleerd zijn in de eerste plaats de gemiddelde waarde resp. van de symmetrische en van de asymmetrische component van de stoorspanning, S resp. A, beide opgegeven in dB ten opzichte van 1 μV aan de klemmen van de meetontvanger. Om een indruk te geven van de afwijkingen die ten opzichte van deze gemiddelde waarden optreden, is verder de standaardafwijking σ van beide componenten gegeven [6]). Van veel belang is verder nog de grootte van de stoorspanning waar „bijna alle" lampen beneden blijven. Verstaat men onder „bijna alle" 99% en vertonen de metingen een normale verdeling om de gemiddelde waarde, dan is eenvoudig te berekenen dat de grootte van deze stoorspanning gelijk is aan de grootste van de beide componenten, S, vermeerderd met 2,3 σ. Ook deze grootheid, M, is in de tabel opgenomen. Omgekeerd is er natuurlijk ook een waarde van de symmetrische storingscomponent die door „bijna alle" lampen wordt overschreden, welke waarde gelijk is aan $S - 2{,}3\,\sigma$. In een partij van ongeveer 100 lampen kan men dus in beide storingscomponenten een spreiding verwachten van 4,6 σ, waarvoor we met behulp van de gegevens uit de tabel voor de drie frequentiegebieden de waarden 14, 18 en 23 dB

[4]) Men kan deze meter beschouwen als een piekvoltmeter, waarbij echter de spanningsstoten met een zeer korte tijdsduur en die met een zeer kleine herhalingsfrequentie niet tot de uitslag bijdragen. Dit is bereikt door de grootte van condensatoren en weerstanden en de traagheid van het meetinstrument geschikt te kiezen.

[5]) Tussen de produktiegroepen die bij het onderzoek waren betrokken, werden geen systematische verschillen geconstateerd.

[6]) Doordat in ieder van de drie frequentiegebieden tussen de beide componenten een vrijwel constante verhouding bestaat, geldt deze standaardafwijking voor beide componenten.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

berekenen. Verder is in de praktijk nog gebleken dat elke lamp gedurende zijn levensduur variaties in de stoorspanning kan vertonen van dezelfde grootte als die welke voorkomen in een groep lampen die alle even oud zijn. De storing kan tijdens de levensduur zowel toenemen als afnemen, waardoor de gemiddelde waarde in een grote groep vrijwel niet verandert. Omdat de mogelijkheid bestaat dat een lamp die aanvankelijk weinig storing veroorzaakt, later veel sterkere storingen opwekt, dient men er steeds rekening mee te houden dat de in tabel I genoemde grootste stoorspanning M ook werkelijk voorkomt.

De hinderlijkheid van radiostoringen

Het zal duidelijk zijn dat een bepaald niveau van stoorspanningen des te hinderlijker is voor de radio-ontvangst, naarmate men zwakkere of verder afgelegen zenders wil beluisteren. In vele landen wordt de op de ervaring gebaseerde eis gesteld dat de beide componenten van de stoorspanning, gemeten met het C.I.S.P.R.-meettoestel, kleiner moeten zijn dan 1 mV, d.i. 60 dB boven 1 μV. In bijzondere gevallen kan het gewenst zijn strengere eisen te stellen; met name is dit het geval bij de ontvangst van zeer zwakke zenders, in laboratoria waar met bijzonder gevoelige apparaten wordt gewerkt, of wanneer de impedanties van het lichtnet zeer ongunstige waarden hebben, b.v. zulke waarbij de hierboven genoemde gedeeltelijke compensatie van de symmetrische component van de stoorspanning niet optreedt.

In het bovenstaande is reeds gebleken dat bij „TL" 40 W-lampen met een smoorspoel van type I de waarde 60 dB slechts zeer zelden wordt overschreden.

Ten einde te kunnen vaststellen of een verdere vermindering van de storingen kan worden verkregen door veranderingen in de lamp zelf of in de schakeling, was het gewenst te onderzoeken op welke plaats in de gasontlading de oorsprong van de storing moet worden gezocht en hoe deze samenhangt met het mechanisme van de ontlading.

Oorsprong van de storingen in de lamp

Om de plaats in een lamp op te sporen waar de hoogfrequente trillingen ontstaan, werd de te onderzoeken lamp gevoed via een scheidingstransformator, waardoor het mogelijk is de schakeling op elk gewenst punt met aarde te verbinden. Voor het onderzoek werd verder gebruik gemaakt van een metalen halve ring, die wij in het vervolg de antennesonde zullen noemen [7]). Deze halve ring

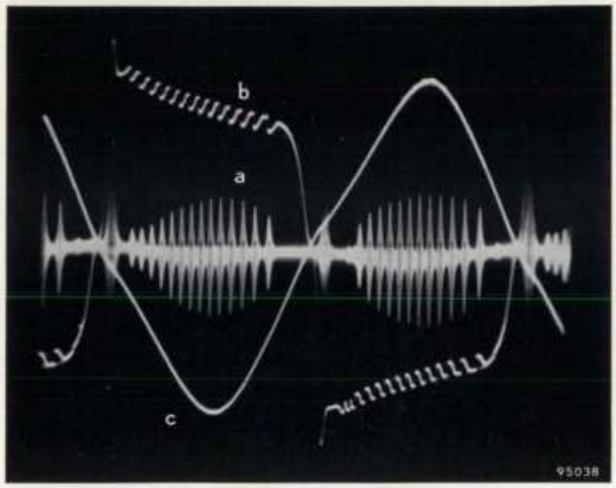


Fig. 5. Oscillogrammen van de stoorspanning (a), de lampspanning (b) en de stroom (c). Het lampcircuit is hierbij niet geaard. De antennesonde staat bij het midden van de lamp; de C.I.S.P.R.-versterker is afgestemd op 300 kHz.

greep ten dele om de lamp heen en kon erlangs heen en weer worden bewogen. De door de antennesonde opgevangen stoorspanning werd toegevoerd aan een C.I.S.P.R.-ontvanger, waarvan het middenfrequente signaal de verticale afbuiging van een oscilloscoop bewerkstelligde. was gelegd. De horizontale afbuiging in deze oscilloscoop werd gesynchroniseerd met de netspanning.

In *fig. 5* is met *a* het beeld aangeduid dat op het oscilloscoopscherm verschijnt wanneer de lampketen niet wordt geaard, de antennesonde bij het midden van de lamp wordt geplaatst en de ontvanger op 300 kHz is afgestemd. In deze figuur zijn tevens de spanning op de lamp en de stroom weergegeven met de krommen *b*, resp. *c*. We zien uit fig. 5 dat de hoogfrequente spanning *a* bij het begin van iedere helft der periode, wanneer de ontsteekspanning is bereikt, zeer sterk is. Dit gedeelte van de storing zullen we de ontsteekstoring noemen. Hierna vertoont de stoorspanning een aantal pieken nabij het midden van iedere periodehelft. In vele gevallen treft men ook aan het einde van iedere periodehelft een sterkere storing aan, die we de doofstoring zullen noemen (in fig. 5 is deze niet zichtbaar). Gewoonlijk is de doofstoring zwakker dan de ontsteekstoring.

Wordt nu de lamp aan één der elektrodes geaard en de antennesonde bij deze elektrode geplaatst, dan verkrijgt men op het oscilloscoopscherm het beeld van *fig. 6*. Het zal duidelijk zijn dat dit beeld in hoofdzaak dàt gedeelte van de storingen zal vertonen dat zijn oorsprong vindt nabij de geaarde elektrode. De storingen die hier worden opgewekt, geven nl. over het kleine stukje van de ontlading dat ligt tussen de antennesonde en de geaarde

[7]) Dit onderzoek werd reeds omstreeks 1942 begonnen door C. J. D. M. Verhagen, tegenwoordig hoogleraar te Delft. Zie ook het onder [3]) aangehaalde artikel.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

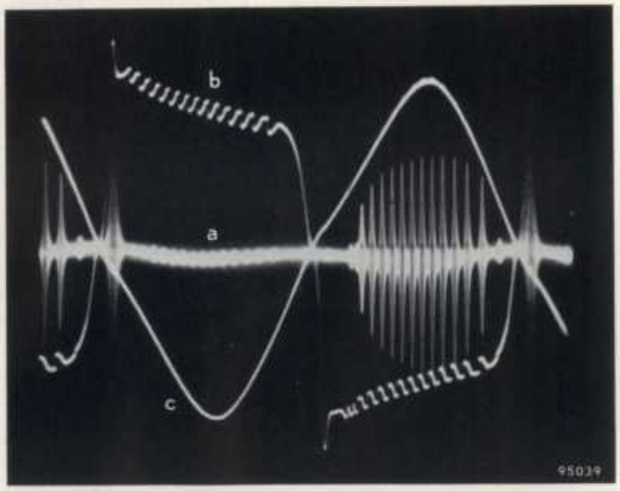


Fig. 6. Als fig. 5, doch thans is één der elektrodes geaard en de antennesonde bij deze elektrode geplaatst.

elektrode de volle spanning, terwijl storingen die ontstaan bij de andere elektrode of op andere plaatsen in de lamp, op het genoemde kleine stukje van de ontlading slechts een geringe spanning doen ontstaan.

Uit het feit dat in fig. 6, vergeleken met fig. 5, juist de helft van de storingen is verdwenen, kan worden geconcludeerd dat de storingen nabij de elektrodes ontstaan. Gaat men de polariteit van de spanning na, dan blijkt dat ontsteek- en doofstoring worden opgewekt in de halve periode waarin de desbetreffende elektrode katode is. We zullen daarom de ontsteek- en de doofstoring tezamen als de katodestoringen aanduiden. De storingen in het midden van de periodehelft ontstaan gedurende de halve periode waarin de desbetreffende elektrode anode is en zullen daarom in het hierna volgende anodestoringen worden genoemd [8]).

Het feit dat beide soorten storingen ontstaan nabij de elektrodes, kan nog door enkele andere experimenten worden bevestigd. Wordt de elektrode in de nabijheid waarvan zich de antennesonde bevindt, door een extragloeistroom verwarmd, dan wordt het beeld van de katodestoringen beïnvloed. Het brengen van een magneet in de nabijheid van dezelfde elektrode blijkt het beeld van de anodestoringen te beïnvloeden. Worden dezelfde experimenten aan het andere einde van de buis uitgevoerd, dan verandert het oscilloscoopbeeld niet.

Metingen met een beweegbare sonde, die *in* een lamp in de nabijheid van een elektrode was aangebracht, toonden aan dat de bron van de katodestoringen moet worden gelocaliseerd op hoogstens enkele mm afstand van die winding (of de twee windingen) van de elektrode waar de ontlading aangrijpt.

Een nader onderzoek heeft nog aangetoond dat de katodestoringen in hoofdzaak zijn samengesteld uit componenten met frequenties hoger dan ongeveer 350 kHz, terwijl de anodestoringen in hoofdzaak componenten met frequenties lager dan 250 kHz bevatten. Dit verklaart dat bij het statistische onderzoek het gehele frequentiegebied naar het gedrag van de lampen in drie gedeelten kon worden verdeeld. In het gebied der middengolven overheerst de katodestoring, in het gebied der lange golven de anodestoring, terwijl in het overgangsgebied nu eens de één, dan weer de ander overheerst.

Nader onderzoek van de katodestoringen

Omdat in het belangrijke middengolfgebied de katodestoringen overheersen, zijn deze nader onderzocht. In dit onderzoek werden zowel de elektrische als de optische verschijnselen die in een lamp optreden, betrokken.

Voor de bestudering van de elektrische verschijnselen werd wederom de uitgangsspanning van het middenfrequentiegedeelte van de C.I.S.P.R.-ontvanger aan de vertikale afbuigplaten van een oscilloscoop gelegd. Voor de horizontale afbuiging werd nu gebruik gemaakt van een zg. „microscooptijdas", waarbij een klein gedeelte van iedere periode over de volle schermbreedte zichtbaar kan worden gemaakt.

De optische verschijnselen kunnen alleen worden waargenomen aan lampen die niet van een fluorescerende laag op het glas zijn voorzien, omdat deze laag het licht van de ontlading zozeer verstrooit dat ruimtelijke details niet zichtbaar zijn. Bovendien is het fluorescentieverschijnsel zo traag dat snelle veranderingen niet kunnen worden waargenomen.

Op twee manieren werden de optische verschijnselen in een lamp bestudeerd. Bij de eerste methode werd gebruik gemaakt van een fotomultiplicatorbuis, die vlak bij één der elektrodes werd opgesteld en waarvan de uitgangsspanning aan een oscilloscoop werd toegevoerd. Bij de tweede methode werd de omgeving van een elektrode bekeken door een smalle spleet in een schijf, die synchroon met de netspanning werd rondgedraaid (*fig.* 7) [9]). Het moment van de periode waarop de ontlading werd waargenomen, kon worden gevarieerd. Op deze wijze kan men de toestand in de ruimte nabij een elektrode gedurende een zeer korte tijd in elke periode overzien. Door de traagheid van het oog kunnen echter

[8]) Dergelijke storingen werden ook gevonden door H. L. Steele jr., Illum. Engng. **49**, 349, 1954, en door C. Matsuda, Y. Otami en R. Itadani, Mem. Fac. Engng. Kyoto, **19**, 25-49, 1957.

[9]) Zie ook: J. W. Culp, Noise in gaseous discharge lamps, Illum. Engng. **47**, 37-46, 1952.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

binnen deze korte waarnemingstijd geen variaties in de toestand worden waargenomen. De fotomultiplicatorbuis daarentegen reageert vrijwel zonder traagheid op de totale lichtstroom die nabij de waargenomen elektrode wordt uitgezonden en kan daardoor een meer gedetailleerd beeld van de lichtintensiteit als functie van de tijd geven.

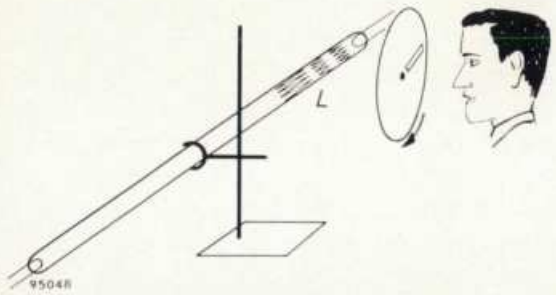


Fig. 7. Waarneming van de lamp L door de draaiende schijf. Doordat de schijf synchroon met de netfrequentie ronddraait, neemt de waarnemer in elke periode gedurende een korte tijd de lamp waar.

Fig. 8 toont een tweetal beelden die op het oscilloscoopscherm zijn verkregen met behulp van de antennesonde, de C.I.S.P.R.-versterker en de „microscoop-tijdas". Hierin geeft de middelste kromme de ontsteekstoring weer, terwijl de spanning op de lamp naar boven en de stroom naar beneden is weergegeven. Rekening houdend met een kleine fazeverschuiving in de apparatuur, kan men uit deze figuren concluderen dat de ontsteekstoring optreedt op het ogenblik dat de spanning, na door nul te zijn gegaan, weer een waarde van ongeveer 14 V heeft bereikt. Verder blijkt dat deze storing op twee manieren kan optreden, nl. soms, zoals in fig. 8*a*, als een regelmatige trilling, die ook in de spanningskromme zichtbaar is; doch meestal, zoals fig. 8*b* toont, als een onregelmatige trilling, waarbij in de spanningskromme alleen bij het begin van de trillingen een zeer klein knikje wordt waargenomen. De verschijnselen bij de doofstoring zijn geheel analoog aan die bij de ontsteekstoring.

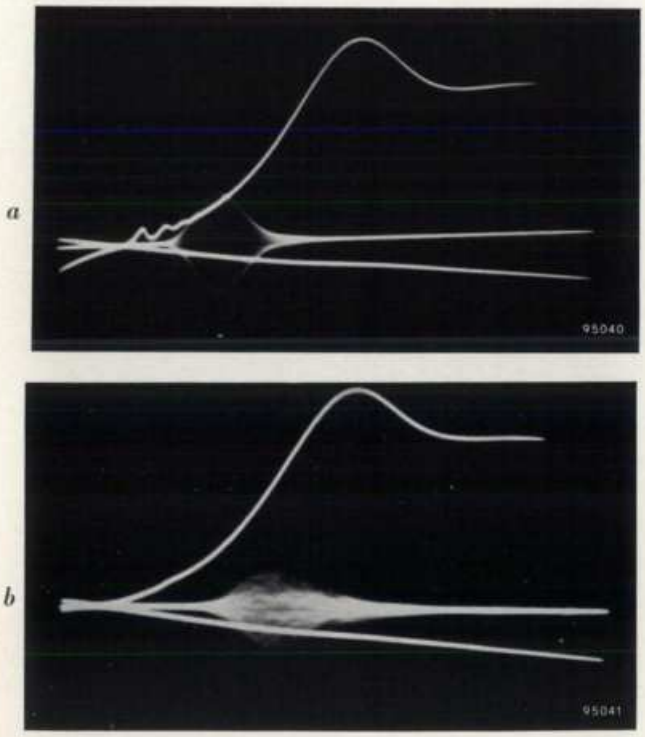


Fig. 8. Oscillogrammen van de ontsteekstoring, opgenomen met een microscooptijdas. Bovenste kromme: lampspanning. Middelste kromme: stoorspanning via antennesonde en C.I.S.P.R.-versterker. In de apparatuur treedt een kleine fazeverschuiving op, zodat de middelste kromme ca. 4 mm naar links verschoven moet worden gedacht. Onderste kromme: stroom. Bij *a* wordt de storing gevormd door regelmatige trillingen, bij *b* door onregelmatige trillingen.

De regelmatige trillingen blijken een frequentie van enkele tientallen kHz te hebben. Daar zij een niet-sinusvormig verloop vertonen, vindt men bij hogere frequenties harmonischen van deze trillingen. In het middengolfgebied zijn deze harmonischen echter reeds zwak. Met de fotomultiplicatorbuis kan men de regelmatige trillingen ook in het licht van de ontlading zeer goed waarnemen. *Fig. 9* toont het met behulp van een dergelijke buis en een oscilloscoop verkregen beeld (bovenste kromme). Ieder maximum in de lichtsterkte heeft, zoals in deze figuur duidelijk zichtbaar is, een dubbele top. Door de draaiende schijf neemt men in dit geval een lichtverschijnsel waar, dat om de gehele elektrode heengrijpt (*fig. 10a*).

De sterkste storingen in het middengolfgebied worden veroorzaakt door lampen die onregelmatige katodetrillingen vertonen (fig. 8*b*). De frequentie van deze trillingen blijkt nl. enkele honderden kHz te bedragen. Hun sterkte wordt door de uitwendige keten vrijwel niet beïnvloed. Door de draaiende schijf neemt men hierbij een lichtverschijnsel waar dat op enige afstand van de elektrode begint (fig. 10*b*) en pas later in de periode om de gehele elektrode heengrijpt.

De onregelmatige trillingen kunnen ook in een op gelijkspanning brandende lamp worden opgewekt. Hiertoe moet de ontladingsstroom kleiner zijn dan de door de temperatuur bepaalde verzadigingsstroom van de katode. Het is duidelijk dat deze toestand bij een wisselstroomontlading optreedt aan het begin en aan het einde van iedere halve periode waarin de beschouwde elektrode katode is. De warmtetraagheid van de elektrodes is nl. zo groot, dat de verzadigingsstroom aan het begin en aan het einde van de katodefaze nog vrij groot is, ondanks het feit dat de verhitting hoofdzakelijk in het midden van iedere halve periode plaatsvindt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

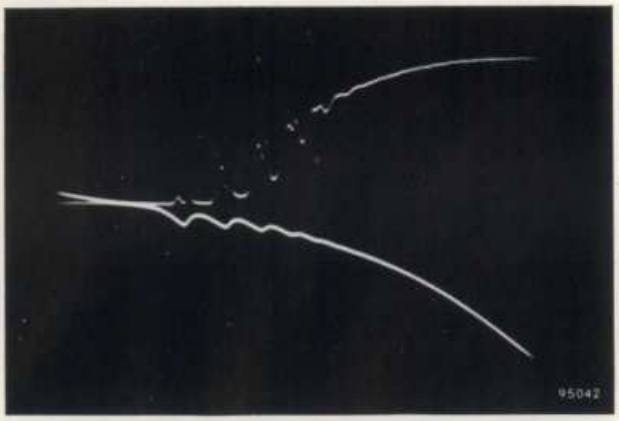
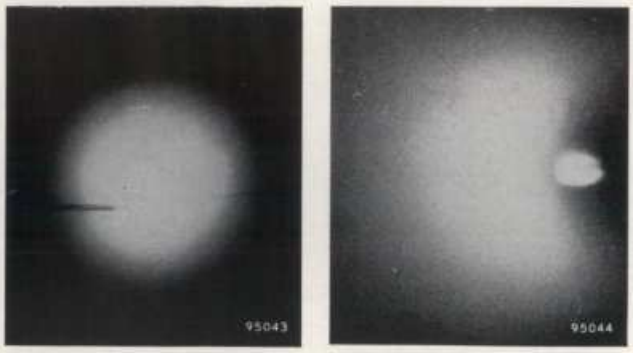


Fig. 9. Oscillogrammen van de ontsteekstoring met regelmatige trillingen, opgenomen met microscooptijdas. Bovenste kromme: lichtintensiteit, opgenomen met fotomultiplicatorbuis. Onderste kromme: lampspanning.

Doordat de stroom in de lamp geleidelijk toe- en afneemt, zal bij iedere elektrode tweemaal per periode de voor onregelmatige trillingen gunstige toestand optreden.

De beschreven verschijnselen hebben geleid tot de plausibele onderstelling dat de onregelmatige trillingen zijn te beschouwen als trillingen van positieve ionen in het potentiaalminimum, dat zich vóór de katode bevindt zolang de ontladingsstroom kleiner is dan de verzadigingsstroom van de katode.

Daar een grote verzadigingsstroom samengaat met de conditie van de katode welke noodzakelijk is voor een voldoend lange levensduur van de lampen, is het onwaarschijnlijk dat met behoud van goede katode-eigenschappen het niveau van de in de lampen opgewekte trillingen aanzienlijk kan worden verlaagd. Waar een vermindering van de radiostoringen nodig is zullen dus middelen moeten worden gebruikt die het doordringen van de storende trillingen in het net tegengaan.



a *b*

Fig. 10. *a*) Lichtverschijnselen bij de katode tijdens de ontsteekstoring met regelmatige trillingen. De gloeiende katode bevindt zich in het midden van de lichtvlek (op de foto door overstraling niet zichtbaar).
b) Idem tijdens de ontsteekstoring met onregelmatige trillingen. De gloeiende katode is als heldere plaats naast de lichtvlek van de ontlading te zien.

Middelen ter ontstoring

Allereerst willen wij erop wijzen dat zowel de smoorspoel in het voorschakelapparaat als de condensator C_0 in fig. 1 als middelen ter ontstoring moeten worden opgevat. De eigen capaciteit C_S van de smoorspoel vormt de grootste impedantie in de hoofdstroomketen van de symmetrische component (zie fig. 3). Dit wordt bevestigd door het feit dat het aanbrengen van een condensator parallel met de smoorspoel een sterke toeneming van deze component blijkt te veroorzaken. Met een condensator van 1250 pF bedroeg de toeneming in het langegolfgebied, het overgangsgebied en het middengolfgebied resp. 16 dB, 12 dB en 5 dB. Door de smoorspoel te splitsen in twee delen en in ieder van de leidingen naar de lamp één dezer gedeelten op te nemen, kan men een vermindering van de symmetrische component verkrijgen. Wij vonden hiervoor in een bepaald geval 12 dB. Nog verder, nl. tot ongeveer 20 dB, gaat deze vermindering, indien men door een speciale wikkelwijze ervoor zorgt dat de beide helften van de smoorspoel een bijzonder kleine eigen capaciteit hebben.

In de stroomkring van de asymmetrische component wordt de grootste impedantie gewoonlijk gevormd door de capaciteit C_L tussen de lamp en aarde (zie fig. 3). Het vergroten van deze capaciteit door aarding van de balk waarop de lamp is gemonteerd, of van een om de lamp aangebrachte metalen armatuur, vergroot de asymmetrische component met resp. 12 en 20 dB. Indien in beide leidingen naar de lamp een smoorspoel wordt opgenomen, beginnen de impedanties van de eigen capaciteit van deze smoorspoelen ook voor de asymmetrische component een rol te spelen. (In fig. 3 is dan ook in de leiding tussen de punten x en y een condensator C_S aanwezig, zodat de impedantie in deze tak is toegenomen.) Op deze wijze werd een vermindering van deze component met 4 dB verkregen. Door het gebruik van een capaciteitsarme wikkelwijze steeg deze storingsvermindering tot 14 dB. Nog verder vergroot men de impedantie tussen de lamp en het net indien in de beide leidingen naar de lamp capaciteitsarme hoogfrequentiesmoorspoelen worden geschakeld. Met spoelen waarvan de eigen capaciteit slechts 15 pF was, werd een vermindering van de asymmetrische component met ongeveer 18 dB verkregen. In vele gevallen lopen echter de leidingen van de smoorspoelen naar de lamp parallel met de netleidingen, zodat de smoorspoelen worden overbrugd door capaciteiten die veel groter kunnen zijn dan hun eigen capaciteit. In dergelijke gevallen heeft het gebruik van deze smoorspoelen geen resultaat.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

De ontstoringscondensator C_O vermindert beide componenten van de stoorspanning, maar evenals bij C_S is ook hier de invloed op de symmetrische component het grootst. Laat men C_O weg, dan neemt de symmetrische component toe met ongeveer 20 dB en de asymmetrische met ongeveer 10 dB. Vergroting van C_O van 10 000 tot 20 000 pF doet de symmetrische component afnemen met 5 dB en de asymmetrische met 2 dB.

Een eenvoudig middel ter verdere ontstoring is het gebruik van een zg. deltafilter, dat bestaat uit een combinatie van drie condensatoren, geschakeld zoals is weergegeven in *fig. 11*. De condensator C_p, waarvan de capaciteit 0,2 µF bedraagt, is tussen de beide netgeleiders geschakeld en bevindt zich

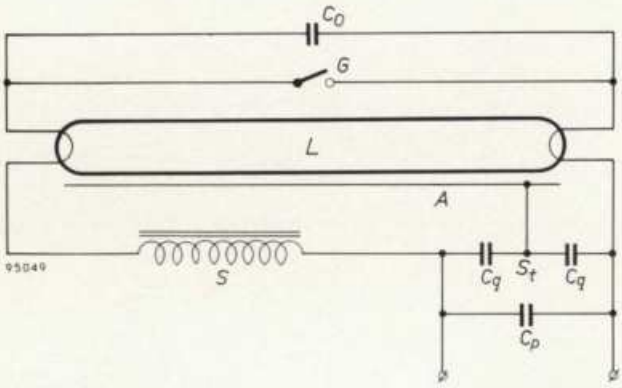


Fig. 11. Fluorescentielamp met voorgeschakelde smoorspoel en deltafilter. *L* lamp, *G* glimlichtstarter, C_O ontstoringscondensator, *S* smoorspoel. Het deltafilter bestaat uit de condensatoren $C_p = 0{,}2$ µF en tweemaal $C_q = 2500$ pF. Het „sterpunt" *St* is verbonden met de armatuur *A*. De armatuur moet niet worden geaard.

dus parallel met C_N (zie fig. 3). Hierdoor ontstaat een drastische vermindering van de symmetrische component, nl. met ongeveer 35 dB. De resterende grootte van deze component is bij benadering omgekeerd evenredig met C_p [10]).

De beide condensatoren C_q verbinden de netgeleiders met de armatuur *A*. Om gevaar bij aanraken van de armatuur uit te sluiten, mag hun capaciteit niet groter dan 2500 pF zijn. Zij hebben vrijwel uitsluitend invloed op de asymmetrische component. Deze invloed is groter naarmate de armatuur de lamp beter afschermt.

In *tabel II* zijn enige cijfers gegeven die betrekking hebben op de vermindering van de asymmetrische component die met een deltafilter kon worden verkregen. In kolom 1 is de vermindering in dB opgegeven in de drie reeds eerder genoemde frequentiegebieden, wanneer de lamp gemonteerd was op 2 cm

Tabel II. Met een deltafilter verkregen vermindering van de asymmetrische storingscomponent in dB. Kolom 1: bij montage van de „TL" lamp op een metalen balk. Kolom 2: na het aanbrengen van een metalen kap boven de op de balk gemonteerde lamp.

Frequentiegebied	1	2
Lange golf	10	22
Overgangsgebied	6	15
Middengolf	4	17

afstand van een metalen balk met een breedte van 3,5 cm. Bij het aanbrengen van het filter werd deze balk met het sterpunt *St* verbonden. In kolom 2 is de vermindering vermeld die werd verkregen wanneer boven de lamp een metalen kap werd aangebracht.

Uit deze tabel blijkt dat een metalen afscherming aan één zijde van de lamp, gecombineerd met een deltafilter, de storing in aanzienlijke mate verkleint. Een even grote ontstoring kan worden verkregen als men geen scherm boven de lamp aanbrengt, doch aan de onderzijde metalen louvres bevestigt, die eveneens met het sterpunt *St* zijn verbonden. Bij gebruik van een deltafilter is het een gunstige omstandigheid dat hierbij geen aardleiding nodig is. In vele gevallen is nl. het aanleggen van een goede aardleiding niet mogelijk, en in andere gevallen wordt een dergelijke leiding zo lang dat zij zelf als koppelelement met de antenne gaat werken. Is een goede en korte aardleiding aanwezig, dan kan het voordeel opleveren het sterpunt van het deltafilter met deze leiding te verbinden, doch de armatuur niet. Dit laatste zou nl. een vergroting van C_L (zie fig. 3) betekenen.

Andere voorschakelapparaten en andere „TL" lampen

Het onderzoek dat in dit artikel wordt beschreven, strekte zich uit over een reeks van jaren. De smoorspoel die wij als type I hebben aangeduid en die werd gebruikt bij de tot hier toe beschreven experimenten, is van een uitvoeringsvorm die tot ongeveer 1951 werd gefabriceerd. Later werden ook metingen verricht met een nieuwere uitvoering (type II), gefabriceerd tot ongeveer 1956, waarbij als vulmassa tussen kern, spoel en doos gekreukt aluminiumfoelie werd gebruikt (het zg. „alfo" type [11])). Ten slotte werden ook storingsmetingen gedaan met de nieuwste uitvoeringsvorm (type III), welke een vulmassa op basis van polyesterhars bevat [11]).

[10]) Opgemerkt dient te worden dat de parallelcondensator die ter verbetering van de arbeidsfactor $\cos\varphi$ kan worden gebruikt, evenals C_p de symmetrische storingscomponent sterk vermindert.

[11]) Th. Hehenkamp, Kleine voorschakelapparaten voor „TL" lampen, Philips techn. T. **18**, 279-282, 1956.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Omdat verder de vraag voor de hand ligt of met andere voorschakelapparaten de storingen misschien in geheel andere mate tot de netleidingen doordringen, werden ook metingen verricht aan „TL" 40 W-lampen met zg. capacitieve voorschakelapparaten, die bestaan uit een serieschakeling van een smoorspoel en een condensator. Deze apparaten worden in grote installaties gebruikt ter verbetering van de arbeidsfactor.

Hoewel bij dit onderzoek veel minder metingen werden verricht dan bij de eerder besproken experimenten, was dit aantal toch voldoende om zich globaal een beeld te kunnen vormen van het storingsniveau dat optreedt bij de verschillende lampen en voorschakelapparaten.

In *tabel III*, waarin de gemiddelden van de resultaten van de desbetreffende metingen zijn opgegeven voor de drie frequentiegebieden, zijn volledigheidshalve ook de resultaten die eerder met een smoorspoel van type I werden verkregen, uit tabel I overgenomen.

Tabel III. Gemiddelde waarden van de symmetrische component S en van de asymmetrische component A van de stoorspanning indien bij een „TL" 40 W-lamp resp. een smoorspoel van type I, II en III en een capacitief voorschakelapparaat wordt gebruikt. Beide componenten zijn opgegeven in dB boven 1 μV.

Frequentiegebied	Type I		Type II		Type III		Cap.	
	S	A	S	A	S	A	S	A
Lange golf	52	38	52	38	47	43	49	35
Overgangsgebied	50	40	44	37	40	41	45	38
Middengolf	42	33	34	30	33	34	37	33

De spreiding in de uitkomsten voor een groot aantal lampen is onafhankelijk van het voorschakelapparaat, zodat de waarden van de standaardafwijking σ, die in tabel I zijn opgegeven, ook voor de beide andere voorschakelapparaten gelden.

We zien uit tabel III dat in het belangrijke middengolfgebied bij de smoorspoelen van de types II en III en bij het capacitieve voorschakelapparaat de grootste component van de stoorspanning kleiner is dan bij de smoorspoel van type I.

In vele gevallen worden een inductief en een capacitief voorschakelapparaat gecombineerd tot een zg. duo-apparaat. Het is gebleken dat de storing die door twee 40 W-lampen in een dergelijk duo-apparaat wordt veroorzaakt, niet sterker is dan die van één lamp.

Wordt één „TL" 40 W-lamp vervangen door twee in serie geschakelde „TL" 20 W-lampen, dan verandert de asymmetrische component niet, doch de symmetrische blijkt met ongeveer 2,5 dB toe te nemen; worden bij gebruik van een duo-apparaat de twee „TL" 40 W-lampen vervangen door vier „TL" 20 W-lampen, dan is de toeneming tweemaal zo groot. Langere lampen en lampen met een grotere stroom geven in het algemeen een wat sterkere storing, maar de verschillen zijn niet groot; voor kortere lampen en lampen met een kleinere stroom geldt het omgekeerde.

In *tabel IV* zijn de gemiddelde resultaten vermeld van metingen aan enkele andere lamptypes, nl.

Tabel IV. Gemiddelde waarden van de symmetrische component S en van de asymmetrische component A van de stoorspanning bij gebruik van „TL" M- en „TL" S-lampen. Beide componenten zijn opgegeven in dB boven 1 μV.

Frequentiegebied	„TL" M		„TL" S	
	S	A	S	A
Lange golf	42	44	80	53
Overgangsgebied	40	42	78	55
Middengolf	30	32	70	48

aan „TL" M-lampen met bijbehorende voorschakelapparatuur [12]) en aan „TL" S-lampen met voorgeschakelde gloeilamp [13]). We zien hieruit dat bij „TL" M-lampen de asymmetrische component iets groter is dan de symmetrische. Beide blijven ruim beneden de gestelde grens van 60 dB.

Bij „TL" S-lampen met voorgeschakelde gloeilamp zijn beide componenten van de storing veel groter dan bij de in het voorafgaande behandelde lampen. We zien dat de symmetrische component de grens van 60 dB aanzienlijk overschrijdt. Voor deze sterkere storing zijn twee redenen aan te wijzen:

a) Door het feit dat in de keten geen smoorspoel aanwezig is, ondergaat bij „TL" S-lampen de stroom meer abrupte variaties. Hierdoor nemen beide componenten bij alle frequenties met ongeveer 8 dB toe.

b) Bij „TL" S-lampen met voorgeschakelde gloeilamp wordt gewoonlijk geen ontstoringscondensator C_0 (zie fig. 1) gebruikt. Hierdoor wordt de symmetrische component 20 dB en de asymmetrische 7 dB sterker.

Om bij „TL" S-lampen beneden de als toelaatbaar geldende grens van 60 dB te blijven, zal steeds een deltafilter moeten worden gebruikt. Hierdoor wordt het niveau van de symmetrische component met 31 dB verlaagd, zodat dit nog iets lager wordt dan voor „TL" 40 W-lampen met een smoorspoel. De asymmetrische component wordt door het delta-

[12]) W. Elenbaas en Th. Hehenkamp, Een nieuwe fluorescentielamp in een schakeling zonder starter, Philips techn. T. **17**, 260-265, 1955.

[13]) W. Elenbaas en T. Holmes, Een direct ontstekende fluorescentielamp in serie met een gloeilamp, Philips techn. T. **12**, 133-139, 1950.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

filter zonder afschermende armatuur slechts weinig verminderd, doch deze is dan juist klein genoeg om de gevallen waarin de 60 dB-grens wordt overschreden, zeldzaam te maken. Desgewenst kan een verdere vermindering van de symmetrische component worden verkregen door de capaciteit C_p van het deltafilter te vergroten, de asymmetrische component kan worden verkleind door het gebruik van een afschermende armatuur.

Gebruikt men „TL" S-lampen met voorschakelapparaten die een smoorspoel en een ontstoringscondensator bevatten, dan is de storing niet sterker dan die van een gewone „TL" lamp met een zelfde voorschakelapparaat (zie tabel III).

Samenvatting. De radiostoringen die optreden bij verlichtingsinstallaties met fluorescentielampen vormen een zeer grillig verschijnsel. Deze grilligheid is te wijten aan de grote variaties in de sterkte van de storingsbron en in de koppeling tussen de lamp en de radio-ontvanger. De belangrijkste weg langs welke de storingen de ontvanger bereiken, is via het lichtnet en de antenne. Van de door een fluorescentielamp met bijbehorend voorschakelapparaat op de netgeleiders veroorzaakte stoorspanning kunnen de symmetrische en de asymmetrische component worden gemeten met een door de C.I.S.P.R. voorgeschreven meetopstelling. Als toelaatbare grens wordt voor beide componenten veelal aangenomen 1 mV, d.i. 60 dB boven 1 μV. Het blijkt dat deze waarde alleen dan in belangrijke mate wordt overschreden indien zonder speciale maatregelen „TL" S-lampen met voorgeschakelde gloeilamp worden gebruikt zonder ontstoringscondensator.

De storingsbron moet worden gelokaliseerd in de nabijheid van de elektrodes van de lamp. De sterkste stoorspanning blijkt op te treden gedurende dat gedeelte van iedere periode waarin de beschouwde elektrode katode is. Als oorzaak van de storing beschouwt men trillingen van positieve ionen in het potentiaalminimum dat zich voor de katode bevindt zolang de ontladingsstroom kleiner is dan de door de temperatuur bepaalde verzadigingsstroom van de katode. Middelen waarmede het doordringen van de storingen in het net kunnen worden tegengegaan, zijn: het splitsen van de smoorspoel in twee gedeelten, het gebruik van capaciteitsarme smoorspoelen, het monteren van de lamp in een afschermende armatuur, en een zg. deltafilter, dat bestaat uit drie condensatoren. Hiermede kan ook bij „TL" S-lampen de storing tot beneden het toelaatbare niveau worden verminderd.

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLIKATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Van deze publikaties, voor zover niet met een sterretje * gemerkt, verstrekt de Administratie van Philips' Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, op aanvraag overdrukken.

2511: M. J. Sparnaay: Attractive forces between flat plates (Nature **180**, 334-335, 17 aug. 1957).

Korte mededeling omtrent metingen van de aantrekkingskracht tussen ongeladen evenwijdige vlakke platen. Bij deze metingen waren de vroeger gebruikte platen van glas of kwarts vervangen door metalen platen. De resultaten zijn binnen de meetnauwkeurigheid in overeenstemming met een door Casimir gegeven theorie, volgens welke de kracht omgekeerd evenredig moet zijn met de vierde macht van de afstand.

2512*: J. Volger en J. M. Stevels: Continuation des recherches expérimentales sur les pertes diélectriques de certains verres aux basses températures (Verres et Réfractaires **11**, 137-146, 1957, no. 3).

Franse vertaling van een artikel in Philips Res. Rep. **11**, 452-470, 1956; zie deze overzichten no. **R 301.**

2513: J. H. Uhlenbroek en M. J. Koopmans: Investigations on agricultural fungicides, II. Compounds structurally related to trichloromethyl thiolsulphonates (Rec. Trav. chim. Pays-Bas **76**, 657-665, 1957, no. 7).

Nadat de fungicide werking van trichloormethylthiolsulfonaten was vastgesteld en onderzocht (zie no. **2479** van deze overzichten), werd het onderzoek uitgebreid tot aan deze verbindingen verwante stoffen. In dit artikel bespreken de auteurs de bereiding en de fungicide eigenschappen van enige thiosulfonzure esters (type $p\text{-}CH_3C_6H_4SO_2SR'$), en van enige reactieprodukten van trichloormethaansulfenylchloride met zouten van thiosulfonzuren en met thiofenolen.

2514: J. H. Uhlenbroek en M. J. Koopmans: Investigations on agricultural fungicides, III. The reaction between trichloromethanesulphenyl chloride and benzoic acid (Rec. Trav. chim. Pays-Bas **76**, 666-668, 1957, no. 7).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Beschrijving van de bereiding, en van enige chemische en biologische eigenschappen van een gemengd anhydride van trichloormethaansulfeenzuur en benzoëzuur.

2515*: K. Compaan en Y. Haven: La diffusion de radiotraceurs dans les solides (La diffusion dans les métaux, onder redactie van J. D. Fast, H. G. van Bueren en J. Philibert, Philips' Technische Bibliotheek, 1957, blz. 19-22);

J. L. Meijering: Diffusion des atomes en insertion (idem, blz. 97-105);

A. van Wieringen: Etude du passage non-stationnaire de l'hélium à travers le silicium et le germanium à l'aide d'un spectromètre de masse (idem, blz. 107-111).

Deze drie opstellen vormen de bijdragen van Philips-medewerkers tot het op blz. 96 aangekondigde boek.

K. Compaan en Y. Haven bespreken de diffusie van Ag-ionen door AgCl via interstitiële roosterplaatsen volgens het zg. indirecte mechanisme. Hierbij springt het interstitiële Ag-ion op een gewone roosterplaats, met verdrijving van het roosterion naar een andere interstitiële plaats. Er treedt nu een correlatie op tussen de richtingen van de opeenvolgende sprongen van een bepaald Ag-ion. De auteurs laten zien hoe deze correlatie gemakkelijk kan worden berekend door het probleem in een elektrisch netwerk te vertalen en hieraan de berekening uit te voeren.

J. L. Meijering vergelijkt onderling de diffusiecoëfficiënten en de activeringsenergieën van bepaalde interstitiële atomen (C, N en O) in verschillende metalen. Verder bespreekt hij kort de Snoek-demping in ruimtelijk gecentreerde kubische metalen en de hierbij optredende complicaties in legeringen als Ta-N-O, Fe-Mn-N en Fe-V-N. Ten slotte behandelt hij de inwendige oxydatie en fluorering.

De bijdrage van A. van Wieringen bestaat uit een studie van heliumpermeatie door silicium en germanium heen bij hoge temperaturen (ca. 800 °C) met behulp van een massaspectrometer. Om gasdichte aansluitingen aan silicium en germanium te vermijden, werden deze materiaalen gebruikt in de vorm van capsules. Het afsluiten van de capsules geschiedde zodanig dat een hoeveelheid helium werd ingesloten. Diffusie langs kristalgrenzen was niet mogelijk, daar de capsule eenkristallig was. De diffusiecoëfficiënt en de oplosbaarheid van helium konden afzonderlijk worden bepaald door te meten in een niet-stationaire toestand.

2516: S. Duinker: L'application des ferrites à la modulation dans divers domaines de fréquence (Atti del Congresso Scientifico, sezione elettronica, Rome, juli 1956, blz. 571-585).

Overzicht van toepassingen van ferrieten in modulatorschakelingen. De auteur onderscheidt van magnetisch standpunt twee categorieën van methodes. In de eerste categorie wordt de permeabiliteit van het ferriet, zoals deze geldt voor de te moduleren draaggolf, gevarieerd door een veld dat geleverd wordt door het modulerende signaal. Dit veld kan al of niet gesuperponeerd zijn op een constant instelveld. In deze categorie behoudt de schakeling een lineair karakter. In de tweede categorie wordt het ferriet tot in het niet-lineaire gedeelte van zijn *B-H*-kromme uitgestuurd door een sterk veld dat wordt geleverd door de draaggolf. De modulatie komt tot stand doordat het veld dat door het modulerende signaal wordt geleverd — weer al of niet gesuperponeerd op een constant instelveld — het ferriet meer of minder ver tot in het niet-lineaire deel van de *B-H*-kromme drijft. De schakeling wordt nu niet-lineair. De auteur geeft van beide categorieën enige praktijkvoorbeelden. Wat de eerste categorie betreft, zijn dit: de modulatie van de frequentie bij een synchrocyclotron en bij een cosmotron, het constanthouden van de frequentie bij een toestel voor diathermie, en de absorptiemodulatie bij cm-golven in golfgeleiders. De voorbeelden van de tweede categorie betreffen magnetische modulatoren en een methode om impulstijdmodulatie te verkrijgen.

2517: E. G. Dorgelo: Quelques aspects technologiques de l'étude des triodes hyperfréquences (Le Vide **12**, 3-8, 1957, no. 67; Franse en Engelse tekst).

Bij toenemende frequentie gaat het rendement van een zendtriode dalen als de looptijd der elektronen vergelijkbaar wordt met de duur van één trilling. Om deze looptijd klein te houden, wil men de elektrodes dicht bij elkaar plaatsen en er bovendien grote spanningen tussen aanleggen. Beide maatregelen leiden tot een grote stroomdichtheid. Men moet dus katodes gebruiken die deze grote stroomdichtheden kunnen leveren (L-katodes) en bovendien roosters en anodes toepassen die de bijbehorende grote dissipaties kunnen verdragen. Dit zijn in de eerste plaats technologische problemen, waarvan in dit artikel in hoofdzaak de materiaalkeuze van het rooster wordt besproken. Een nieuw materiaal (K-materiaal) voor dit doel wordt beschreven (zie ook Philips techn. T. **19**, 124, 1957 (no. 4)). Dissipaties tot 30 watt/cm² zijn hierbij

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

gedurende aanzienlijke tijd mogelijk. De weerstand voor stromen van hoge frequentie is klein genoeg om toepassing in zendbuizen voor decimetergolven mogelijk te maken. Het artikel eindigt met een korte beschrijving van een dergelijke buis.

2518: E. G. Dorgelo: Gitterprobleme bei Sendetrioden in Schaltungen der industriellen Elektronik (Funktechnik **12**, 528, 530 en 532, 1957, no. 15).

Voor zendbuizen wordt door de fabrikant steeds een grenswaarde opgegeven van het stuurroostervermogen. Zolang deze waarde niet wordt overschreden, wordt de thermische roosteremissie niet ontoelaatbaar groot. Op het eerste gezicht lijkt het dus alsof een grote grenswaarde wijst op een goede kwaliteit van de buis. Dit behoeft echter geenszin het geval te zijn. Voor het heet worden van het rooster bestaan drie oorzaken: de warmte geleverd door het elektronenbombardement, de straling afkomstig van andere elektrodes en de hoogfrequentieverliezen. Gewoonlijk kan de gebruiker alleen de eerstgenoemde bijdrage meten, nl. als produkt van roosterstroom en -spanning. Als het rooster secundaire emissie vertoont, is echter de gemeten stroom kleiner dan de stroom geleverd door de opvallende elektronen, terwijl laatstgenoemde stroom toch de ontwikkelde warmte bepaalt, want het door de secundaire elektronen afgevoerde vermogen is verwaarloosbaar. Daar de fabrikant niet opgeeft wat hij precies bedoelt met de verstrekte grenswaarde, is het voor de gebruiker moeilijk de kwaliteit van een buis te beoordelen op grond van deze waarde. De auteur geeft een voorbeeld van een tweetal buizen van verschillend fabrikaat, maar voor hetzelfde toepassingsgebied, waarbij uit metingen blijkt dat de buis die op grond van de verstrekte gegevens het aantrekkelijkst lijkt, in werkelijkheid de grootste thermische roosteremissie vertoont.

2519: H. P. J. Wijn, H. van der Heide en J. F. Fast: Ordering in cobalt-ferrous ferrites (Proc. Instn. Electr. Engrs. **104 B**, suppl. no. 7, 412-417, 1957).

Er bestaan verscheidene kobaltferrieten waarvan de hysteresislus een insnoering vertoont. Worden dergelijke ferrieten verhit tot boven hun curiepunt (500 à 600 °C) en daarna afgekoeld in een magnetisch veld, dan blijken de hysteresislussen rechthoekig te zijn geworden. Deze verschijnselen wijzen erop dat gedurende de afkoeling in ieder kristal een voorkeursrichting voor de magnetisatie ontstaat. Deze richting blijkt niet precies samen te vallen met die van het veld dat gedurende het afkoelen in het kristal aanwezig is; mogelijk is het van bepaalde, gelijkwaardige, kristallografische richtingen diegene die de kleinste hoek maakt met dit veld. Als oorzaak van de gevonden anisotropie wordt een zekere ordening van de kobaltatomen aangenomen.

2520: E. W. Gorter en C. J. Esveldt: Square-loop ferrites obtained by magnetic annealing of new compositions (Proc. Instn. Electr. Engrs. **104 B**, suppl. no. 7, 418-421, 1957).

Uitbreiding van het in **2519** beschreven onderzoek tot kobaltferrieten van andere samenstelling. Als een kobalthoudend ferriet in een magnetisch veld wordt afgekoeld, ontstaat door diffusie van kobaltionen een eenassige anisotropie, welke zich o.a. uit in een rechthoekige hysteresislus. In verschillende ferrieten die slechts weinig Co^{2+}-ionen bevatten, is deze diffusie zeer langzaam. Bij de samenstelling $(Mg_{0,6}Ni_{0,4})_{0,98}\ Co_{0,02}Fe_2O_4$ bleek echter deze diffusie wèl snel te gaan; bij afkoeling in een magnetisch veld ontstaat een zeer goed rechthoekige hysteresislus met een geringe coërcitieve veldsterkte. De lus is bovendien vrijwel onafhankelijk van de temperatuur.

Verschenen is:

La diffusion dans les métaux, onder redactie van J. D. Fast, H. G. van Bueren en J. Philibert (Philips' Technische Bibliotheek, 1957, 115 blz., 84 figuren).

Dit boek bestaat uit een verzameling van voordrachten die in september 1956 werden gehouden op een te Eindhoven georganiseerd metallurgisch colloquium met als onderwerp: „Diffusie in metalen". De namen van de auteurs en de titels der door hen geleverde bijdragen luiden als volgt: A. D. le Claire, Introduction à l'étude de la diffusion; K. Compaan en Y. Haven, La diffusion de radiotraceurs dans les solides; P. Lacombe, La diffusion intergranulaire et ses relations avec la structure des joints de grains; C. Leymonie en P. Lacombe, Autodiffusion intergranulaire du fer alpha; Th. Heumann, Nouvelles observations sur l'effet Kirkendall et le transport électrolytique dans les alliages solides; J. Philibert, Le microanalyseur à sonde électronique et ses applications à l'étude de la diffusion intermétallique; Y. Adda en J. Philibert, Etude de la diffusion uranium-zirconium en phase gamma; A. Bolk en T. J. Tiedema, L'effet Kirkendall et la diffusion dans le système or-platine; J. L. Meijering, Diffusion des atomes en insertion; A. van Wieringen, Etude du passage non-stationnaire de l'hélium à travers le silicium et le germanium à l'aide d'un spectromètre de masse; C. W. Berghout, Influence de déformations élastiques sur la mobilité des lacunes dans le cuivre.

Zie ook no. **2515*** van deze overzichten.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!